



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG) Y SANEAMIENTO  
BÁSICO RURAL EN LA COMUNIDAD SAN JOSE DE PIRE, MUNICIPIO DE  
CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELI**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Br. Marcos Amaru Largaespada Cajina  
Br. Luis Antonio Dávila Aguirre  
Br. Gilver Maudiel Cáceres Zelaya

**Tutor:**

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, Marzo 2021



## **Dedicatoria**

Con todo el cariño y amor quiero dedicar esta monografía primeramente a Dios que me dio sabiduría y paciencia en los momentos de conflictos, que, con ayuda de la oración y fe, él siempre me escucha dándome esperanzas en cada paso que doy en la vida.

A mi madre María de Fátima Cajina Peralta, por ser una de las personas más importantes en mi vida, que con su cariño y su incondicional amor día con día me enseña que en la vida no se está solo, a ser una persona de bien y eso me da un motivo para seguir adelante con cada uno de mis planes porque sé que ahí siempre estará para apoyarme, por haberme enseñado valores, buenos hábitos con la demás persona y a estimar cada día que Dios nos regala.

A mi padre Reynerio Oliver Centeno Rivera, por enseñarme que en la vida nunca hay que darse por vencido, ya que siempre de una u otra manera se sale adelante, por darme siempre tu apoyo en todo momento, aconsejarme y pasar valiosos momentos juntos, y construir un ambiente de ayuda mutua para la familia, le dedico esta monografía al trabajo que realizó para verme ser alguien en la vida y siempre creer en mí, y mis capacidades.

A cada uno de mis familiares que siempre me ayudaron y están pendiente de mí y mi futuro por ser tan unidos y siempre estar en los momento malos y buenos.

A todos mis compañeros que gracias a Dios siempre fuimos un grupo muy unido con interés de ayudarse mutuamente unos a los otros compartiendo conocimiento para que nadie se quedara atrás, por ser un grupo tan alegre y sin conflicto en las buenas y en las malas.

Muchas gracias a todos por siempre creer en mí y que este propósito de mi vida se cumpla y por su apoyo incondicional.

Marcos Amaru Largaespada Cajina

## **Dedicatoria**

Con amor, entrega y gratitud dedico esta monografía:

Primeramente, a Dios por haberme dado vida, salud, protección y el conocimiento para que mi formación como profesional hoy fuera una realidad, gracias porque hasta aquí Dios me ha ayudado.

A mis padres William Martin Cáceres Y Mirian Nohemí Zelaya Medina por ayudarme a alcanzar esta meta ya que sin ellos esto no fuera posible, gracias por todo el apoyo que me han brindado en esta etapa, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, por todos esos sacrificios que hicieron para que yo saliera adelante, por sus grandes consejos y palabras de aliento, muchas gracias por ser grandes ejemplos para mi vida porque gracias a eso soy una persona de bien, padres este logro también es de ustedes.

A mis hermanos Jhonatan Cáceres, Yuiman Eliezer Cáceres Zelaya y Miriam Yasari Cáceres Zelaya, porque también han sido importantes en este logro porque siempre estaban pendientes de mi persona y estaban a disposición en cualquier necesidad donde necesitara de su ayuda.

A mi congregación II Iglesia Bautista Getsemaní porque desde el primer día estuve en sus oraciones y por su gran apoyo con palabras de aliento y animo que siempre me ayudaron y siempre las he mantenido conmigo.

A mis compañeros de clases por esos maravillosos 5 años que pasamos juntos compartiendo conocimientos y momentos únicos que siempre recordaré, a mi amigo Marcos Amaru Largaespada Cajina y Luis Antonio Dávila Aguirre por formar parte de este proceso de culminar nuestros estudios y lograr este objetivo juntos.

Gracias a todos por haber aportado su granito de arena para que este triunfo sea posible.

Gilver Maudiel Cáceres Zelaya.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo primeramente a Dios todo poderoso, que me ha dado la vida y por ayudarme a cumplir mis metas, cuidar mi familia y darme la sabiduría suficiente para poder cumplir este nuevo paso en mi vida.

A mis padres, que han sido pilares fundamentales en mi vida, dignos de un gran ejemplo y trabajo constante para ofrecerme lo mejor. Ellos sin esperar nada a cambio me han regalado su amor, comprensión y han estado siempre pendientes de mí, aconsejando, orando, velando, consintiendo y educando. Me han brindado el apoyo necesario para lograr mis objetivos y han estado ahí arduamente todos los días de mi vida desde que me dieron el privilegio de la vida, compartiendo siempre los malos y los buenos momentos.

A mis abuelas, que han sido mi segunda madre y pilar fundamental en mi formación y educación integral.

De igual forma a mi hermana, por brindarme su apoyo en muchos aspectos de mi vida.

A todas aquellas amistades, que han formado parte de mi crecimiento profesional y que me ha acompañado en las diferentes etapas de mi vida y también aquellas personas de una u otra forma colaboraron en la culminación de esta meta.

Luis Antonio Dávila Aguirre

## **Agradecimiento**

Agradecemos Infinitamente a Dios nuestro padre celestial por permitirnos hoy culminar satisfactoriamente nuestros estudios universitarios y más aún por guiarnos y brindarnos la sabiduría suficiente para poder presentar hoy nuestra tesis.

A nuestros padres quienes siempre estuvieron al pendiente de nuestros avances, quienes confiaron en nosotros, por aconsejarnos apoyándonos moral y económicamente, y así mismo agradecerles por su compromiso a mirarnos con ilusión de que seamos alguien en la vida.

A nuestros familiares que con ilusión nos han ayudado de una u otra forma para que nosotros saliéramos adelante y ver nuestras metas cumplidas, y así mismo alentarnos y aconsejarnos para cumplir nuestros propósitos de la mejor forma posible.

Damos gracias a nuestros compañeros de la carrera por ayudarnos en cada momento de perplejidades y aclararnos de muchas dudas sin ningún compromiso.

A nuestro tutor M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González por guiarnos en nuestro trabajo monográfico, y dedicarnos su valioso tiempo.

Al Ing. Jimmy Sierra Mercado por su valioso tiempo, paciencia y dedicación compartida durante este proceso.

A la Alcaldía municipal de Condega quien nos brindó su sustento para alcanzar nuestro objetivo en especial al Ing-Arq. Javier Alexander Vílchez Alvarado que siempre nos apoyó y nos brindó conocimiento para ampliar nuestras capacidades.

A todos y cada uno de los facilitadores que con su paciencia y dedicación nos brindaron 5 años de conocimientos los cuales nos permitieron desarrollarnos como profesionales.

Marcos Amaru Largaespada Cajina

Gilver Maudiel Cáceres Zelaya.

Luis Antonio Dávila Aguirre

## Resumen ejecutivo

El acceso al agua potable es una de las principales problemáticas que hay en Nicaragua, ya que muchos lugares no cuentan con este vital líquido. Por lo general la población rural son los que más sufren con este problema ya que en su mayoría no cuentan con este servicio.

En el municipio de Condega la mayoría de sus comunidades no cuentan con el recurso hídrico adecuado para consumo, entre estas comunidades se encuentra San José de Pire que es una de las principales comunidades del municipio de Condega que no cuentan con un medio adecuado para abastecer a la población de dicho recurso.

Por lo tanto, se optó por hacer los estudios necesarios para la elaboración de un diseño de un mini acueducto por gravedad (MAG) y la propuesta de un diseño de saneamiento básico rural ya que solo el 35% de la población cuenta con un buen servicio de saneamiento, con la idea de mejorar la calidad de vida de la comunidad garantizándole agua potable para un periodo de 20 años, asegurándole un buen funcionamiento de los componentes de la red para que el suministro de agua sea capaz de satisfacer esta necesidad de la comunidad.

La propuesta consiste en la siguiente configuración Fuente-Tanque-Red, la fuente es un manantial que tiene un rendimiento de un caudal de 13.9 gal/min que es lo suficiente para el consumo de la comunidad. La línea de conducción tiene una longitud de 1,986 m, compuesta por una tubería PVC-SDR- 17-Ø2 y una red de distribución con una longitud de 4,296 m, con una tubería PVC-SDR- 17-Ø2.

La red de este sistema se realizó utilizando el software EPANET para determinar los cálculos hidráulicos y AutoCAD para la elaboración de los planos.

<b>I.</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	ANTECEDENTES .....	2
1.3.	JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4.	OBJETIVOS.....	6
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL .....	6
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	6
<b>II.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>7</b>
2.1.	MACRO-LOCALIZACIÓN .....	7
2.2.	MICRO-LOCALIZACIÓN .....	8
<b>III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
3.1.	AFORO .....	9
3.1.1.	Fuentes de abastecimiento .....	9
3.1.2.	Calidad de agua.....	9
3.1.3.	Agua de lluvia.....	10
3.1.4.	Aguas superficiales.....	10
3.1.5.	Aguas subterráneas .....	10
3.1.6.	Manantiales.....	10
3.2.	ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO .....	11
3.2.1.	Censo poblacional .....	11
3.3.	POBLACIÓN DE DISEÑO.....	11
3.3.1.	Tasa de crecimiento geométrico.....	11
3.3.2.	Población a servir.....	12
3.3.3.	Puestos públicos.....	12
3.3.3.1.	Consideraciones .....	13
3.3.3.2.	Ubicación .....	13
3.3.3.3.	Criterios técnicos.....	13
3.4.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	14
3.4.1.	Topografía .....	14
3.4.2.	Planimetría .....	14
3.4.3.	Altimetría.....	14
3.5.	HIDRÁULICA DEL SISTEMA .....	15
3.5.1.	Periodos de diseño económico para las estructuras de los sistemas .....	15
3.5.2.	Parámetros de diseños .....	15
3.5.2.1.	Período de diseños .....	15
3.5.2.2.	Variaciones de consumo .....	15
3.5.2.3.	Presiones máximas y mínimas.....	16
3.5.2.4.	Cobertura de tuberías .....	16
3.5.2.5.	Pérdidas de agua en el sistema .....	16
3.5.2.6.	Diámetro mínimo.....	16
3.5.2.7.	Hidráulica del acueducto .....	17

3.5.3.	Accesorios y obras complementarias de la red de distribución.....	17
3.5.3.1.	Válvulas de pase.....	17
3.5.3.2.	Válvulas de limpieza.....	18
3.5.3.3.	Válvulas reductoras de presión y cajas rompe presión.....	18
3.5.3.4.	Conexiones domiciliarias.....	18
3.5.4.	Fuentes de abastecimiento.....	18
3.5.5.	Línea de conducción y red de distribución.....	19
3.5.5.1.	Línea de conducción.....	19
3.5.5.2.	Línea de conducción por gravedad.....	19
3.5.5.3.	Red de distribución.....	20
3.5.6.	Almacenamiento.....	20
3.5.6.1.	Capacidad del tanque.....	20
3.5.6.2.	Localización.....	20
3.5.6.3.	Clase y tipos de tanques.....	21
3.5.6.3.1.	Clases de tanques.....	21
3.5.6.3.2.	Tipos de tanques.....	21
3.6.	SANEAMIENTO BÁSICO RURAL.....	21
3.6.1.	Letrina sanitaria.....	22
3.6.1.1.	Tipos de letrinas.....	22
3.7.	PLANOS DE DISEÑO.....	22
3.8.	PRESUPUESTO.....	23
3.8.1.	Costos directos.....	23
3.8.2.	Costos indirectos.....	23
<b>IV.</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>24</b>
4.1.	MATERIALES Y HERRAMIENTAS.....	24
4.2.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA.....	24
4.2.1.	Aforo de la fuente.....	25
4.3.	ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.....	26
4.4.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	26
4.5.	ESTUDIO DE POBLACIÓN Y CONSUMO.....	26
4.5.1.	Proyección de la población.....	26
4.5.2.	Dotación.....	27
4.5.3.	Periodo de diseño.....	28
4.5.4.	Pérdidas de agua del sistema.....	28
4.5.5.	Variaciones de consumo.....	28
4.6.	DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA.....	30
4.6.1.	Fuente de abastecimiento.....	30
4.6.2.	Línea de conducción.....	31
4.6.3.	Almacenamiento del tanque.....	32
4.6.4.	Red de distribución.....	32
4.7.	SANEAMIENTO BÁSICO RURAL.....	34
4.8.	ELABORACIÓN DE PLANOS Y PRESUPUESTO CONSTRUCTIVOS.....	35
4.8.1.	Planos constructivos.....	35
4.8.2.	Presupuesto.....	35

<b>V.</b>	<b>ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
5.1.	CALIDAD DE AGUA .....	36
5.2.	ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO .....	38
5.3.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	46
5.4.	ESTUDIO DE POBLACIÓN Y CONSUMO .....	46
5.5.	DISEÑO HIDRÁULICO.....	50
5.5.2.1.	Análisis hidráulico de línea de conducción.....	51
5.5.2.2.	Presiones máximas y mínimas.....	53
5.5.2.3.	Análisis de velocidades en la línea de conducción.....	54
5.5.3.2.	Evaluación del cloro residual en la red de distribución .....	57
5.5.4.1.	Análisis hidráulico de la red de distribución .....	59
5.5.4.2.	Caudales por tramo .....	60
5.5.4.3.	Presiones en los nodos .....	61
5.5.4.4.	Análisis de velocidades en la red de distribución.....	63
5.6.	SANEAMIENTO BÁSICO RURAL.....	65
5.7.	COSTO Y PRESUPUESTO.....	66
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>
6.1.	CONCLUSIONES .....	70
6.2.	RECOMENDACIONES .....	72
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>73</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

## Índice de tablas

TABLA 1: PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS.....	24
TABLA 2: PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS .....	25
TABLA 3: PERÍODOS DE DISEÑO DE LOS COMPONENTES .....	28
TABLA 4: PORCENTAJES DE CONSUMO .....	29
TABLA 5: COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE HAZEN-WILLIAMS .....	32
TABLA 6: VELOCIDADES PERMISIBLES .....	33
TABLA 7: PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS .....	34
TABLA 8: CRITERIOS PARA FOSO DE LETRINA.....	34
TABLA 9: CRITERIOS PARA CASETA DE LETRINA .....	35
TABLA 10: RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL AGUA .....	36
TABLA 11: RESULTADOS DEL AFORO DE LA FUENTE (ÉPOCA SECA) .....	38
TABLA 12: RESULTADOS DEL AFORO DE LA FUENTE (ÉPOCA LLUVIOSA).....	38
TABLA 13: RESULTADOS DE LOS ÚLTIMOS CENSOS .....	46
TABLA 14: DATOS DE LOS DOS ÚLTIMOS CENSOS DEL MUNICIPIO DE CONDEGA.....	47
TABLA 15: RESULTADOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO.....	47
TABLA 16: VARIACIONES DE CONSUMO.....	49
TABLA 18: PARÁMETROS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	50
TABLA 19: RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	51
TABLA 20: ANÁLISIS DE PRESIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	53
TABLA 21: ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	54
TABLA 22: DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DEL TANQUE .....	55
TABLA 23: DIMENSIONES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	56
TABLA 24: CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE SODIO .....	57
TABLA 25: CAUDALES NODALES .....	60
TABLA 26: ANÁLISIS DE PRESIÓN EN LA RED .....	62
TABLA 27: ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE LA RED .....	64
TABLA 28: DATOS DE ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO .....	65
TABLA 29: COSTO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	67

## Índice de gráficos

GRÁFICO 1: APLICACIÓN DE ENCUESTAS.....	39
GRÁFICO 2: EDADES DEL SEXO MASCULINO.....	39
GRÁFICO 3: EDADES DEL SEXO FEMENINO.....	40
GRÁFICO 4: NIVEL ACADÉMICO.....	40
GRÁFICO 5: TENDENCIA DE LAS VIVIENDAS.....	41
GRÁFICO 6: DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS.....	41
GRÁFICO 7: ESTADO DE LA VIVIENDA.....	42
GRÁFICO 8: OCUPACIÓN.....	42
GRÁFICO 9: INGRESO MENSUAL.....	43
GRÁFICO 10: ALMACENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO.....	43
GRÁFICO 11: AGUAS GRISES.....	44
GRÁFICO 12: SANEAMIENTO DE LAS VIVIENDAS.....	44
GRÁFICO 13: ESTADO DE LETRINAS.....	45
GRÁFICO 14: VIVIENDAS CON ENERGÍA ELÉCTRICA.....	45
GRÁFICO 15: PROYECCIÓN POBLACIONAL.....	48
GRÁFICO 16: VARIACIONES DE CONSUMO.....	49
GRÁFICO 17: ALMACENAMIENTO DEL TANQUE.....	56

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Según la constitución política, es derecho del nicaragüense el acceso a una dotación de agua potable. Debido a este derecho es que se debe implementar medidas para facilitar el abastecimiento de cada zona de Nicaragua, tanto urbana como rural, lamentablemente en Nicaragua el asunto del agua potable y tratamiento de aguas para su reutilización sigue siendo una gran amenaza para sus habitantes.

El presente tema investigativo tiene por objetivo la propuesta de un sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico rural para mejorar la calidad de la comunidad San José de Pire. Se ha optado por la propuesta de un Mini-Acueducto por Gravedad (MAG), ya que por las condiciones geográficas de la comunidad es ideal para solventar la demanda del recurso en la comunidad durante todo el año, con un periodo de diseño que cumpla con los requisitos de las normas técnica obligatoria nicaragüense y además satisfaciendo todas las necesidades de la población. Cabe mencionar que gran parte de la población no cuenta con los servicios sanitarios donde puedan hacer sus necesidades fisiológicas, por ende, se realizará una propuesta que consiste en la construcción de letrinas, las cuales disminuirán los riesgos de contaminación de los recursos hídricos.

Los datos e información se obtuvieron de instituciones gubernamentales como: Alcaldía de Condega, Ministerio de Salud (MINSa), Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). También se utilizó la norma de diseño de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09 002 99 Y NTON 09 003 99) donde se obtuvieron los parámetros de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Para la elaboración del presente informe, se visitó la comunidad en conjunto con autoridades de la alcaldía municipal, donde la población se comprometió a brindar la información requerida y necesaria para llegar a los resultados esperados.

## **1.2. ANTECEDENTES**

Según datos obtenidos de SIASAR Data, actualmente a nivel de país existen 5711 sistemas de abastecimiento de agua potable, de los cuales 1646 son MAG. En la región central del país, se contabiliza un total de 1249 mini acueductos por gravedad, que corresponden a los 8 departamentos que la conforman. El servicio de agua potable presenta una de las necesidades básicas del ser humano para una buena calidad de vida, la existencia de este vital líquido permite que se den grandes asentamientos cerca de los lugares donde se les facilite la obtención de tal recurso.

En el municipio de Condega existe una cobertura del servicio de agua potable del 91.47% así mismo presenta una cobertura del saneamiento mejorado del 46.92%, según datos del SIASAR (sistema de información de agua y saneamiento rural) en el 2017. Las familias se abastecen de agua potable por medio de sistemas por gravedad, bombeo eléctrico, pozos perforados y excavados con bomba manual, las comunidades que no tienen ningún tipo de sistemas de agua se abastecen de ríos, quebradas, ojos de agua o manantiales.

Hoy en día en el municipio de Condega se conforma de 11 micro-regiones a las cuales corresponden 63 comunidades, actualmente existen 49 sistemas de agua rurales de los cuales 13 son mini-acueductos de bombeo eléctrico, 23 por gravedad y 30 pozos comunales equipados con bombas manuales y un sistema de agua urbano el cual consta con alrededor de 3600 usuarios (viviendas).

La comunidad de San José de Pire que se caracteriza por ser una sociedad concentrada, la cual se localiza a 15 km al oeste de la franja urbana del municipio de Condega, los habitantes son de clase media la mayor parte se dedica al cultivo de granos básicos entre los que se destacan frijoles, maíz y sorgo(millón) otra parte de la población en menor escala se dedica a la ganadería y ciertas personas que están fuera del país que han mejorado sus parcelas.

En el año 1992 se construyó un sistema de agua potable (MAG) en donde se abastecía una cantidad de 30 casas y alrededor de 145 habitantes, hoy en día existen otras fuentes en la comunidad como son pozos escavados a mano entre privados y comunales, pero a la fecha las aguas se han profundizado las cuales no abastecen a la población la cual consta de 350 habitantes distribuidos en 86 casas, la comunidad y los organismos les han dado mantenimiento a los sistemas actuales pero por incremento de la población las fuentes que hay actualmente no son capaces de distribuir la cantidad de agua necesaria para toda la comunidad, por lo cual se requiere realizar un estudio en donde se pueda dar solución a la población para una mejor calidad de vida. En cuanto al saneamiento, existe en la comunidad una cobertura aproximada de 61.17% de las viviendas que tienen sistemas de letrinas, las que en su mayoría ya cumplieron su vida útil y se encuentran en mal estado.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Unos de los principales problemas de la comunidad de San José de Pire es que solo cuenta con un ojo de agua como única fuente de abastecimiento, provocando que la población tenga que acarrearla en baldes hasta sus hogares utilizando un gran esfuerzo físico, ya que en su mayoría los que realizan este traslado son las mujeres y niños, también en tiempos de invierno la población aprovecha almacenando aguas de lluvias consumiéndola directamente sin ningún tipo de tratamiento, lo que conlleva a muchos riesgos de enfermedades.

El diseño de un mini acueducto por gravedad es de suma importancia para esta comunidad, garantizándole a la población el acceso de agua potable de gran calidad hasta sus hogares, evitándole todo tipo de enfermedades bacteriológicas y el esfuerzo que realizan cada día para abastecerse de agua.

Este tipo de proyectos son de mucha importancia en lugares que no cuentan con este servicio ya que contribuyen a mantener la salud en las comunidades y así mismo en la economía de las familias ya que las cuotas son bajas para contar con este servicio y accesible para la comunidad.

Expuesto lo anterior el diseño de este mini acueducto por gravedad (MAG) es muy necesario para resolver una de las principales necesidades con la que cuenta dicha población, y poder garantizarle este vital líquido en cantidad y mejor calidad a todas las familias.

Según el objetivo de desarrollo número 6 del programa de las Naciones Unidas la escasez de agua afecta a un 40% de la población mundial. En 2011, 41 países experimentaban estrés hídrico; 10 de ellos estaban a punto de agotar su suministro de agua dulce renovable y ahora dependen de fuentes alternativas.

En Nicaragua se han promovido el Plan Nacional de los Recursos Hídricos de Nicaragua, impulsado por la Empresa Nicaragüense de acueducto y alcantarillado

(ENACAL), el Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano – PISASH, Agenda Nacional para el Acceso Universal y Permanente a Agua Potable Saneamiento e Higiene (RASNIC), entre otros.

Con este proyecto se estará aportando un grano de arena para que en Nicaragua siempre contemos con este vital líquido y también poder promover la gobernabilidad y gestión de los recursos hídricos para un desarrollo sostenible y equitativo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar el diseño de un mini acueducto por gravedad (MAG) y el saneamiento básico rural, para la comunidad San José de Pire, ubicado en el municipio de Condega.

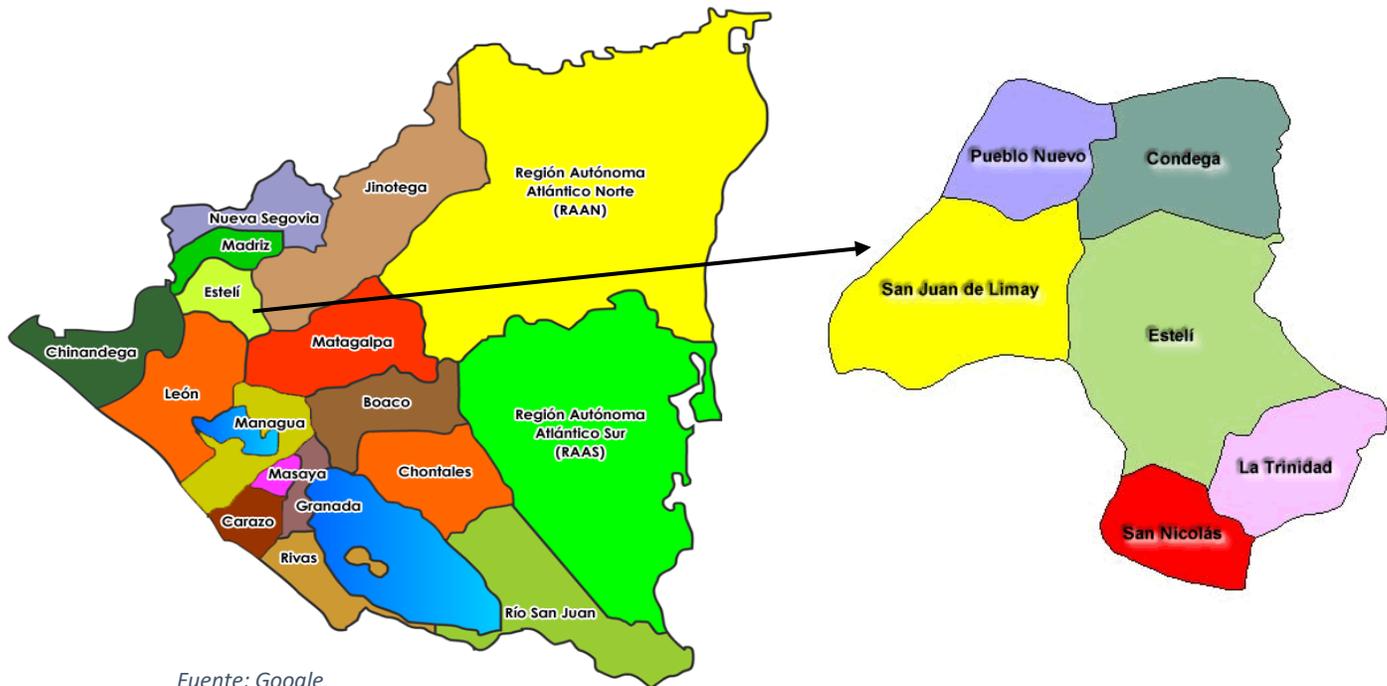
### **1.4.2. Objetivos específicos:**

1. Determinar la calidad de agua, y capacidad de producción de la fuente mediante un aforo.
2. Diagnosticar las condiciones sociales y económicas de las familias de la comunidad.
3. Realizar levantamiento topográfico del área de estudio.
4. Elaborar estudio de población y de consumo.
5. Realizar el diseño hidráulico de los componentes del sistema.
6. Proponer una alternativa de saneamiento básico rural para mejorar las condiciones sanitaria de las viviendas.
7. Elaborar los planos constructivos y cuantificar los costos que conlleva la realización del sistema.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 2.1. Macro-localización

Ilustración 1: Macro-localización de la zona de estudio.



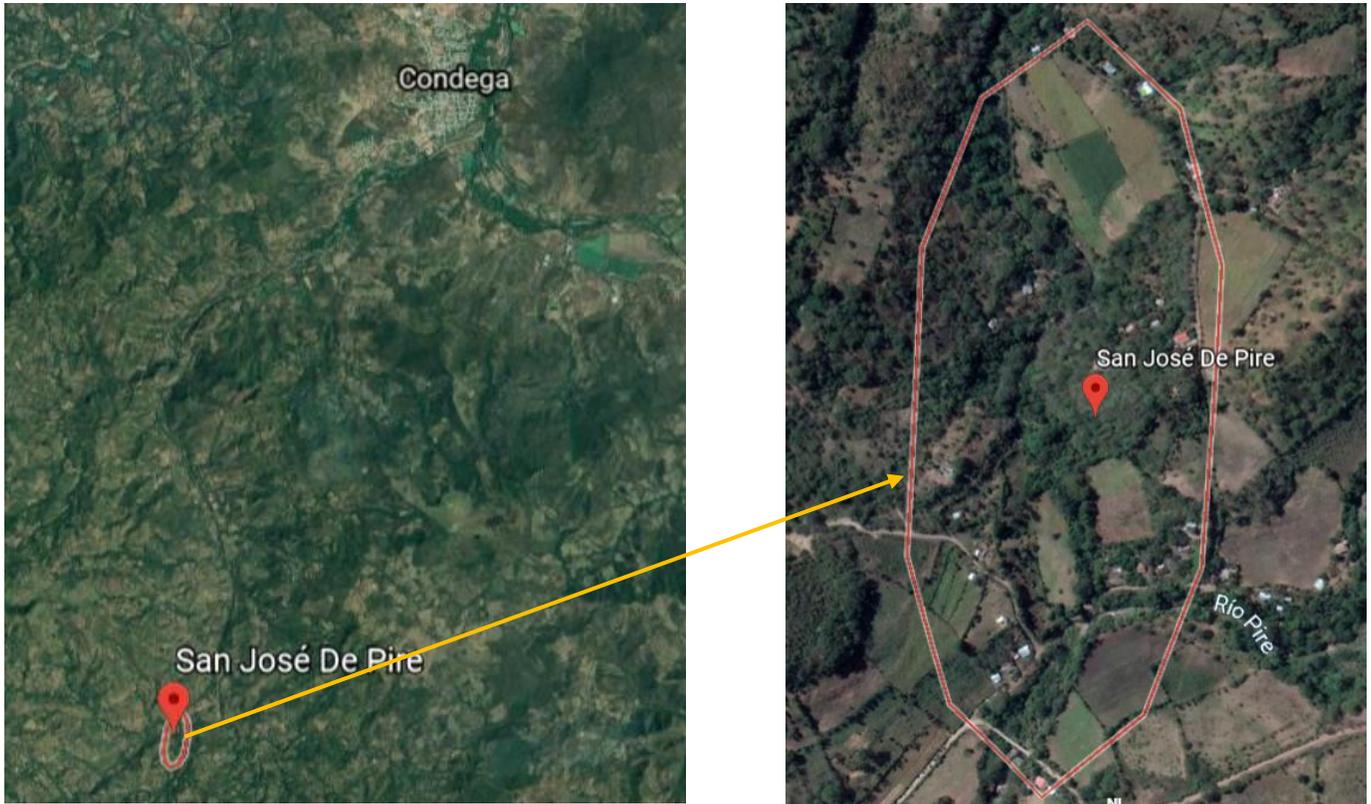
El departamento de Estelí está ubicado en la región central de Nicaragua en la zona norte del país a 147 km de la capital Managua, tiene una elevación de 843.97 msnm siendo una de las ciudades más fresca del país. Consta con una superficie de 795.7 km<sup>2</sup> y una población de 205,616 habitantes aproximadamente.

Sus límites son:

- Al norte con el departamento de Madriz.
- Al sur con el departamento de Matagalpa y León.
- Al este con el departamento de Jinotega.
- Al oeste con el departamento de Chinandega y Madriz. (INIDE, 2017)

## 2.2. Micro-localización

Ilustración 2: Micro-localización de la zona de estudio



Fuente: Google Earth

La zona de Pire está dividida en 3 micro-regiones compuestas de 26 comunidades entre las cuales están: Santa Lucía, Canadá, Guanacaste, San Pedro de Pire, Los Sueños, El Barro, Cuje, Potrerío, Linda Vista, Santa Teresa, Los Cerritos, Jesús María, Nispero, Algodonal, El Peñasco, La Labranza 1, La Labranza 2, La Naranjita, **San José de Pire**, La Libertad, Gualiqueme, Hondura Azul, El Espino, Roden de Pire, Laguna de los Hernández, Chagüite Grande.

La comunidad de San José de Pire se encuentra ubicada a 16 Km del municipio de Condega, a 52 Km de la ciudad de Estelí y a 199 Km de la capital Managua.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Aforo**

Es la medición del flujo de la fuente de abastecimiento. Cabe señalar que es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para dotar de agua en cantidad suficiente a la población y, por otro, realizar el análisis físico, químico y bacteriológico del agua y evaluar los resultados con los valores de concentración máxima admisible recomendados por la OMS. (Agüero, 2004)

##### **3.1.1. Fuentes de abastecimiento**

Las fuentes de agua constituyen el principal recurso en el suministro de agua en forma individual o colectiva para satisfacer sus necesidades de alimentación, higiene y aseo de las personas que integran una localidad. (Agüero, 2004)

##### **3.1.2. Calidad de agua**

El agua destinada para el consumo humano idealmente debe estar libre de sustancias químicas y biológicas que constituyan un peligro para la salud, y debe ser presentada para su uso eliminando aquellas propiedades físicas que le den un mal aspecto, color u olor.

Los diferentes parámetros de calidad se resumen normalmente en dos grandes grupos:

- a) La calidad microbiológica, basada en microorganismos patógenos que en su mayoría se relacionan con una contaminación fecal humana o animal.
- b) La calidad física – química, tiene que ver mucho en el ciclo del agua y refleja las características de las formaciones geológicas y del suelo con el cual estaba en

contacto, influenciada además por las actividades humanas, específicamente por los productos y afluentes de la agricultura y de la industria. (Castillo, 2016)

### **3.1.3. Agua de lluvia**

El agua de lluvia se emplea en aquellos casos en que no es posible obtener agua superficial de buena calidad y cuando el régimen de lluvia sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. (Agüero, 2004)

### **3.1.4. Aguas superficiales**

Están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con la información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. (Agüero, 2004)

### **3.1.5. Aguas subterráneas**

Parte de las precipitaciones en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares). (Agüero, 2004)

### **3.1.6. Manantiales**

Se puede definir al manantial como un lugar donde se produce el afloramiento natural de agua subterránea. Por lo general el agua fluye a través de una formación

de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, éstos bloquean el flujo subterráneo de agua y permiten que aflore a la superficie. (Agüero, 2004)

### **3.2. Estudio socio-económico**

Un estudio socioeconómico consiste en realizar un análisis de un sector determinado recogiendo información de cómo ellos interactúan con la sociedad, económicamente hablando, y en qué condiciones sociales viven. (Giron Lucas, Leon Peña, & Villavicencio Barrena, 2011)

#### **3.2.1. Censo poblacional**

Es el conjunto de las operaciones consistentes en recoger, recopilar, evaluar, analizar y publicar o divulgar de alguna otra forma datos demográficos, económicos y sociales relativos a todos los habitantes de un país, o de una parte bien delimitada de un país, en un momento determinado. (Naciones Unidas, 2010)

### **3.3. Población de diseño**

El proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales y proyecciones u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados. (Agüero, 2004)

#### **3.3.1. Tasa de crecimiento geométrico**

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. (INAA, 1999)

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- ✓ Nivel de servicio adoptado
- ✓ Factores geográficos
- ✓ Factores culturales
- ✓ Uso del agua

a) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.

b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

### **3.3.2. Población a servir**

a) En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

b) La población a servir por los pozos excavados a mano se estima como mínimo 6 familias de 6 miembros o sea 36 personas por pozo.

c) En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

### **3.3.3. Puestos públicos**

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas.

### **3.3.3.1. Consideraciones**

- a) Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- b) El puesto público no deberá ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz etc.
- c) Se cercará el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
- d) En cada puesto público se colocará como máximo 2 grifos.

### **3.3.3.2. Ubicación**

- a) El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de las casas, para su ubicación deberá abastecer como mínimo dos casas.
- b) Se ubicarán puestos en las Escuelas, Centro de Salud, Centros Infantiles.
- c) El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.
- d) La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100 mts.

### **3.3.3.3. Criterios técnicos**

- a) El flujo de un grifo deberá ser de 0.10 lps mínimo y 0.30 lps máximo. Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de tapón (globo de ½" en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.

- b) La carga residual mínima deberá ser de 5 m y máxima 50 m. Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.
- c) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de  $\frac{1}{2}$ " (12 mm).

### **3.4. Levantamiento topográfico**

Son aquellos que por abarcar superficies reducidas pueden hacerse despreciando la curvatura terrestre, sin error aplicable. (Morales, 2015)

#### **3.4.1. Topografía**

La topografía se encarga de medir extensiones de tierra tomando los datos para su representación gráfica en un plano a escala, sus formas y accidentes. Cabe mencionar que esta determina distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medición de ángulos y establecer puntos por medio de ángulos y distancias previamente determinadas. (Morales, 2015)

#### **3.4.2. Planimetría**

Estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal, la posición de los puntos más importantes del terreno y construir de esa manera una figura similar al mismo. Entre los trabajos que realiza la planimetría tenemos: Cálculo de superficie, división de terrenos en parcelas, replanteo de líneas viejas o destruidas, construcción de planos de terrenos, etc. (Morales, 2015)

#### **3.4.3. Altimetría**

Tiene en cuenta la diferencia de nivel existente entre los diferentes puntos del terreno con respecto a una superficie de referencia, generalmente corresponde al nivel medio del mar. (Morales, 2015)

### **3.5. Hidráulica del sistema**

#### **3.5.1. Periodos de diseño económico para las estructuras de los sistemas**

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata, y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema. (NTON 09-003-99, 1999)

#### **3.5.2. Parámetros de diseños**

##### **3.5.2.1. Período de diseños**

En los diseños de proyectos de Abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- ✓ Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- ✓ Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.
- ✓ Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema. (NTON 09-002-99, 1999)

##### **3.5.2.2. Variaciones de consumo**

Estas estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: Obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.2.3. Presiones máximas y mínimas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

- ✓ Presión mínima: 5 metros
- ✓ Presión máxima: 50 metros (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.2.4. Cobertura de tuberías**

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.2.5. Pérdidas de agua en el sistema**

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua pérdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.2.6. Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (3 7.5 mm) en longitudes no superiores a los 100 m. (NTON 09-003-99, 1999)

### **3.5.2.7. Hidráulica del acueducto**

Según (NTON 09-003-99, 1999), el análisis hidráulico de la red y de las líneas de conducción, permitirá dimensionar los conductos de las nuevas redes de distribución, así como los conductos de los refuerzos de las futuras expansiones de las redes existentes. La elección del diámetro es también un problema de orden económico, ya que, si los diámetros son grandes, elevará el costo de la red y las bajas velocidades provocarán frecuentes problemas de depósitos y sedimentación, pero si es reducido puede dar origen a pérdidas de cargas elevadas, y altas velocidades.

El análisis hidráulico presupone, también la familiaridad con los procesos de cómputos hidráulicos. Los métodos utilizados de análisis son:

- 1) Seccionamiento.
- 2) Método de relajamiento o de pruebas y errores de Hardy Cross (balance de las cargas por correcciones de los flujos supuestos y el balanceo de los flujos por correcciones de las cargas supuestas).
- 3) Método de los tubos equivalentes.
- 4) Análisis mediante computadores. (NTON 09-003-99, 1999)

### **3.5.3. Accesorios y obras complementarias de la red de distribución.**

#### **3.5.3.1. Válvulas de pase**

Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales. (NTON 09-003-99, 1999)

### **3.5.3.2. Válvulas de limpieza**

Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas. (NTON 09-003-99, 1999)

### **3.5.3.3. Válvulas reductoras de presión y cajas rompe presión**

Deberán diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan. (NTON 09-003-99, 1999)

### **3.5.3.4. Conexiones domiciliarias**

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.4. Fuentes de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

- ✓ Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- ✓ Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.5. Línea de conducción y red de distribución**

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios. (NTON 09-002-99, 1999)

#### **3.5.5.1. Línea de conducción**

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo. (NTON 09-002-99, 1999)

#### **3.5.5.2. Línea de conducción por gravedad**

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.5.3. Red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.6. Almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (NTON 09-002-99, 1999)

#### **3.5.6.1. Capacidad del tanque**

Según (Comisión Nacional del Agua, 2007), la capacidad de los tanques de regulación queda definida por las necesidades de consumo de las localidades por servir. En localidades urbanas grandes y principalmente las ciudades de gran importancia comercial, industrial y turística, se deberá hacer un estudio adecuado que tome en cuenta, además de la capacidad de regulación, un volumen de reserva para cubrir demandas contra incendio, interrupciones frecuentes de energía eléctrica o demandas extraordinarias que se presenten durante la época de máxima concentración de población flotante. (NTON 09-003-99, 1999)

#### **3.5.6.2. Localización**

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución. (NTON 09-002-99, 1999)

### **3.5.6.3. Clase y tipos de tanques**

#### **3.5.6.3.1. Clases de tanques**

Como indica (NTON 09-002-99, 1999), las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

##### **a) Mampostería**

Se recomienda construir tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra bolón o piedra cantera. No deberá tener altura mayor de 2.5 metros.

##### **b) Hormigón armado**

En la construcción de tanque con este material se debe de considerar la permeabilidad del terreno y no deberá tener alturas mayores de 3.0 metros.

##### **c) Acero**

Se propone construir tanque de acero cuando en la localidad no se disponga de materiales locales como en los casos anteriores y por razones de requerimiento de presiones de servicios.

#### **3.5.6.3.2. Tipos de tanques**

Los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son los siguientes:

- a) Tanque sobre el suelo.
- b) Tanques elevados
- c) Tipo cisterna

### **3.6. Saneamiento básico rural**

Los riesgos sanitarios se definen como aquellos eventos exógenos que ponen en peligro la salud o la vida humana como resultado de la exposición, casi siempre

involuntaria, a factores biológicos, químicos o físicos presentes en el medio ambiente o en los productos o servicios que se consumen, incluyendo la publicidad de los mismos.

La prevención y control de los efectos nocivos de los factores ambientales, junto con la promoción del saneamiento básico son actividades en caminadas al control y fomento sanitario, en que concurren los esfuerzos federales, estatales y municipales, en el ámbito de sus competencias, hacia la protección de la salud. (Sánchez, 2006)

### **3.6.1. Letrina sanitaria**

Es un sitio, fuera de una vivienda, destinado a defecar, y normalmente no conectado a ninguna alcantarilla, se compone de una caseta, una losa con su asiento colocada sobre un hueco o pozo cuya profundidad puede ser de 2 metros o más, La correcta deposición de los excrementos es fundamental para preservar la salud de las comunidades rurales y urbanas.

#### **3.6.1.1. Tipos de letrinas**

- Letrina de hoyo seco.
- Letrina abonera.
- Letrina de cierre hidráulico.
- Letrina de pozo ventilado

### **3.7. Planos de diseño**

Los planos son dibujos que muestran las principales características físicas del terreno normalmente son representados a gran escala, tales como edificios, cercas, caminos, ríos, lagos y bosques, así como las diferencias de altura que existen en los diferentes relieves de la tierra tales como valles y colinas. Los planos y mapas

topográficos se basan en los datos que se recogen durante los levantamientos topográficos.

### **3.8. Presupuesto**

El presupuesto es un elemento de la planeación, para obtener un mejor orden cronológico y trabajar con mayor claridad y precisión, pues refleja las cifras que se necesitan para la realización de la obra planteada así mismo como los ingresos necesarios para cada etapa del proyecto. La importancia del presupuesto radica en la responsabilidad de presentar con anticipación los principales indicadores administrativos y financieros como, por ejemplo: los materiales, mano de obra y equipos, por lo que en el análisis de precio unitario se debe considerar costo directo, indirecto, financiamiento y utilidad.

#### **3.8.1. Costos directos**

Costo de insumos o actividades que se pueden identificar y cuantificar en un objeto de costos; por ejemplo, el producto. Cuando se habla de materiales directos o de sueldos y salario directos, se dice que se puede determinar e identificar exactamente en el producto.

#### **3.8.2. Costos indirectos**

Constituyen el conjunto de gastos que no se puede identificar cuantificar en un objeto de costo (por ejemplo, un producto). son gastos generales que se pueden aplicar particularmente. (Alonso, 2003)

## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. Materiales y herramientas

Estudio Topográficos: Estación Total, trípode, Cinta métrica, etc.

Programas: AutoCAD, EXCEL, WORD, EPANET.

Aforo de la fuente: Cronómetro, cubeta, tubo PVC.

### 4.2. Análisis de calidad de agua

Es necesario conocer el nivel de la calidad de agua, por lo tanto, se obtuvo una muestra de la fuente y así posteriormente enviarla al laboratorio, para que se le hagan los análisis correspondientes y compararlos con la Norma CAPRE para confirmar si el agua es apta para el consumo humano o si puede ser tratada.

Tabla 1: Parámetros bacteriológicos

Origen	Parámetro (b)	Valor recomendado	Valor máximo admisible	observaciones
Todo tipo de agua de bebida	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
Agua que entra en el sistema de distribución	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme total	Negativo	4	En muestras no consecutivas
Agua en el sistema de distribución	Coliforme total	Negativo	4	En muestras puntuales no debe. No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales
	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	

Fuente: (CAPRE, 1994)

Tabla 2: Parámetros Físico-Químicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentraciones de iones de hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloruro residual	mg/L	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	µS/cm	400	
Dureza	mg/L	400	
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L		0.2
Calcio	mg/L	100	
Cobre	mg/L	1.0	20
Magnesio	mg/L	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L		10
Sólidos disueltos totales	mg/L		1000
Zinc	mg/L		3.0

Fuente: (CAPRE, 1994)

#### 4.2.1. Aforo de la fuente

Para conocer el caudal de la fuente del agua con un cauce reducido se verificó aplicando el método volumétrico que consiste en:

- ✓ La ubicación de un tubo, de tal manera que el agua solo fluya a través de este.
- ✓ Al final del tubo se colocará una cubeta con un volumen determinado, para que sirva para la captación del agua.
- ✓ Se tomo el tiempo que tarda en llenarse la cubeta.

Este procedimiento se realiza 5 veces, para obtener una mejor precisión del cálculo del caudal, utilizando la siguiente formula:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q: Caudal (*lts/seg*).

V: Volumen (*lts*).

T: Tiempo (*seg*).

### **4.3. Estudio socioeconómico**

Se encuestó a la población con un formato proporcionado por el FISE, en cada una de las viviendas, para obtener la información de carácter social, económico, salud, y para conocer las principales necesidades que tiene la población con respecto a la falta de agua potable.

### **4.4. Levantamiento Topográfico**

Se visitó el lugar donde está ubicada la fuente de donde será abastecida la población, para después determinar la ruta de la línea de conducción.

Se hará el levantamiento topográfico utilizando estación total para obtener los puntos y coordenadas de estos.

Después se ingresó estos puntos en el software Civil CAD, y luego se trazó la línea de conducción y red de distribución.

### **4.5. Estudio de población y consumo**

#### **4.5.1. Proyección de la población**

Mediante la información obtenida del estudio socioeconómico y datos necesario de los censos de los últimos años conseguidos por el Instituto Nacional de Información

de Desarrollo (INIDE) se logró conocer la proyección que tuvo la comunidad, con el método de proyección geométrico en el periodo de 20 años como establece la Norma Técnicas Obligatoria Nicaragüense (NTON 09-001-99) según el tipo de fuente.

Para calcular la población futura se determinó con formula siguiente:

$$p_n = p_0(1 + r)^n$$

Donde:

P<sub>n</sub>: Población del año “n”.

P<sub>0</sub>: Población al inicio del período de diseño.

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n: Número de años que comprende el período de diseño.

La tasa de crecimiento se estableció de la siguiente manera:

$$r = \left(\frac{p_n}{p_0}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento.

P<sub>n</sub>: Población del año “n”.

P<sub>0</sub>: Población al inicio del periodo de diseño.

n: Número de años que comprende el periodo de diseño.

#### **4.5.2. Dotación**

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignó un caudal de 50 a 60 lppd a como lo asigna NTON 09-001-99, dado el crecimiento que ha presentado la comunidad sea a procedido a la construcción de escuelas e iglesias así mismo como una casa comunal por lo tanto se usaran los porcentajes de 7% de la dotación domestica diaria que presenta NTON 09-003-99.

### 4.5.3. Periodo de diseño

En los proyectos de abastecimiento de agua potable se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con el fin de satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

Tabla 3: Períodos de diseño de los componentes

Tipos de componentes	Periodo de diseño
<b>Captaciones superficiales y manantiales</b>	20 años
<b>Línea de conducción</b>	15 años
<b>Tanque de almacenamiento</b>	20 años
<b>Red de distribución</b>	15 años

Fuente: (NTON 09-002-99)

### 4.5.4. Pérdidas de agua del sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de los componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

### 4.5.5. Variaciones de consumo

Estos están expresados como factores de demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de la obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

Como lo denominan las “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales” los consumos se calcularán en base a la siguiente ecuación:

$$CPD = CD + CC + CP + CI$$

Donde:

CPD: Consumo promedio diario.

CD: Consumo doméstico.

CC: Consumo comercial.

CP: Consumo público o institucional.

CI: Consumo industrial.

Se deberán usar los porcentajes de acuerdo a la dotación domestica diaria.

Tabla 4: Porcentajes de consumo

CONSUMO	PORCENTAJE
Comercial	7
Publico o institucional	7
Industrial	2

Fuente: NTON 09-003-99

Para calcular el CD se utilizará la ecuación siguiente:

$$CD = \frac{\text{dotación} * \text{población}}{86400}$$

Donde:

CD: Consumo doméstico.

Dotación: Cantidad de litros por persona por día (*lppd*).

86,400: Cantidad de segundos que tiene el día.

Las variaciones de consumo se hacen tomando en cuenta el CPD como se observará a continuación:

Consumo máximo diario (CMD) = 1.5 CPD más pérdidas.

Consumo máximo horario (CMH) = 2.5 CPD más pérdidas.

## **4.6. Diseño hidráulico del sistema**

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios para el pre dimensionamiento de los componentes del MAG como son la fuente de abastecimiento, sistema de captación, sistema de filtros, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución según NTON-09-002-99.

### **4.6.1. Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante del sistema.

Se visitó la fuente de abastecimiento para garantizar que cumpla con los siguientes criterios:

- ✓ Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de población durante el periodo de diseño considerado.
  
- ✓ Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

Dado que el abastecimiento de agua es un manantial deberá cumplir los siguientes criterios para considerarlo como fuente de suministro de agua potable.

- ✓ El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del periodo seco de la zona y se tomara como base del diseño, el mínimo valor obtenido.
  
- ✓ El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del periodo de diseño.

#### 4.6.2. Línea de conducción

La línea de conducción se diseñó utilizando los siguientes aspectos recomendados por el NTON-09-002-99:

- a) Se diseñó para la condición del consumo máximo día al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD más pérdidas).
- b) En los puntos críticos se debió mantener una presión de 5 m por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a realizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 m, incorporando en la línea cajas rompe presión donde sea necesario.

Para el dimensionamiento de la tubería de la línea de conducción se aplicará la formula exponencial de Hazen-Williams.

$$hf = 10.675 \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.87}}$$

Donde:

hf: Pérdida por fricción.

Q: Caudal (  $m^3/seg$  ).

C: Coeficiente de rugosidad.

L: Longitud de la tubería ( $m$ ).

D: Diámetro de la tubería ( $m$ ).

Tabla 5: Coeficientes de rugosidad de Hazen-Williams

Material de conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: (NTON 09-002-99)

#### **4.6.3. Almacenamiento del tanque**

La norma NTON-09-001-99 recomienda que la capacidad del tanque cumpla con las siguientes condiciones:

##### 1- Volumen compensador

El cual es necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, y para este se estimará el 15% del consumo promedio diario.

##### 2- Volumen de reserva

Este será para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, y para este se estimará el 20% del consumo promedio diario.

En total la capacidad total del tanque deberá ser del 35% del consumo promedio diario.

#### **4.6.4. Red de distribución**

Para el diseño de la red de distribución se tomarán en cuenta los siguientes aspectos recomendados por el NTON-09-001-99 que son los siguientes:

- a) Diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CHM=2.5 CPD, más pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

Este diseño se realizó utilizando el software EPANET, trabajando con el método de Hazen-Williams.

Se analizaron los siguientes parámetros:

- ✓ En Nodos: Cota de elevación y la demanda nodal.
- ✓ En tramos o tuberías: Diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad.

#### 4.6.5. Velocidades permisibles

Los valores permisibles son los siguientes:

*Tabla 6: Velocidades permisibles*

<b>Velocidad mínima:</b>	<b>0.4 m/s</b>
<b>Velocidad máxima:</b>	<b>2.0 m/s</b>

*Fuente: (NTON 09-002-99, 1999)*

#### 4.6.6. Presiones mínimas y máximas

Se trabajó con los valores recomendados por (NTON 09-002-99, 1999)

Tabla 7: Presiones máximas y mínimas

Presión Mínima:	5.0 metros
Presión Máxima:	<b>50 metros</b>

Fuente: (NTON 09-002-99, 1999)

#### 4.7. Saneamiento básico rural

Se optó por la letrina de foso seco ya que esta cuenta con un periodo de diseño máximo de 10 años, siendo esta la más comúnmente utilizada en Nicaragua según el NTON-09-002-99.

##### 4.7.1. Foso de letrina

Tabla 8: Criterios para foso de letrina

Período de diseño mínimo	4 años
Período de diseño máximo	10 años
Volumen de lodos	60 lts/pers/año
Rango de profundidad	2.0 m - 4.50 m
Forma	Rectangular
Ancho	0.70 m
Largo	0.90 m
Brocal	0.50 m altura mínima
Tubo Ventilador	Generalmente $\phi$ 4" PVC

Fuente: (NTON 09-002-99, 1999)

## 4.7.2. Caseta de letrina

Tabla 9: Criterios para caseta de letrina

Altura frontal	2.0 m
Altura posterior	1.90 m
Alero del techo frontal y posterior	0.50 m
Hueco de ventilación en parte alta de pared	0.15 x0.20 m

Fuente: (NTON 09-002-99, 1999)

## 4.8. Elaboración de planos y presupuesto constructivos

### 4.8.1. Planos constructivos

Las dimensiones de las láminas deberán ser las siguientes: largo 0.90 m ancho 0.60m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina. En la parte superior se formará un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizarán los dibujos. Las láminas deberán llevar dibujada la dirección Norte-Sur.

Las escalas podrán ser las siguientes:

**Ubicación general,** 1:5000

**Planta general,** 1:1000

**Perfiles:** Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50

**Detalles:** 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

### 4.8.2. Presupuesto

Basado en los resultados anteriores se consideró la rentabilidad, posibilidad y conveniencia de la ejecución de la obra, así también se hizo el estimado de volúmenes de obra y costo, siendo congruentes con las etapas, sub etapas y actividades constructivas, valorando tanto costos directos como costos indirectos.

## V. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Calidad de agua

#### 5.1.1. Resultados fisicoquímicos

Conforme a los resultados obtenidos del estudio del agua, hay tres sustancias que sobre pasan los valores que exige la norma CAPRE, son el hierro, amonio y nitritos.

#### 5.1.2. Resultados microbiológicos

En cuanto al estudio microbiológico el agua tiene presencia de coliformes totales un valor de 13 UFC/100 ML el cual es un valor aceptable, por lo tanto, el agua requiere un tratamiento de desinfección solamente.

Tabla 10: Resultados del estudio del agua

Parámetro	Método	Unidad	M1	Norma CAPRE consumo humano	
				VR	VMA
<b>Resultados fisicoquímicos</b>					
Temperatura	2550-B	°C	25.1	18	30
Conductividad Eléctrica	2510-B	µs/cm	180.1	400	-
pH	4500 H+	-	7.15	6.5-8.5	
Hierro total	3500-B	Mg/l	0.6	-	0.3
Nitratos	4500-C	Mg/l	7.21	25	50
Nitritos	Espectrofotometría UV-Visible	Mg/l	5.5	0.1	3
Amonio	Nessler	Mg/l NH3	6.7	0.05	0.5
Sulfatos	4500-D	Mg/l	7.2	25	250
Calcio	3500-B	Mg/l	12.6	100	-

Parámetro	Método	Unidad	M1	Norma CAPRE consumo humano	
				VR	VMA
Magnesio	3500-B	Mg/l	5.4	30	50
Dureza total	2340-C	Mg/l	57.6	400	-
Carbonatos	2320-B	Mg/l	ND	NR	
Bicarbonatos	2320-B	Mg/l	72	NR	
Manganeso	3500-B	Mg/l	0.05	0.1	0.5
Cloruros	4500-D	Mg/l	11.7	25	250
Sodio	HACH Na	Mg/l	16.2	25	200
Cobre	HACH Cu	Mg/l	0.06	1	2
Aluminio	HACH Al	Mg/l	0.18	-	0.2
Cianuro	HACH Cn	Mg/l	<0.005	-	0.05
Potasio	HACH K	Mg/l	3.2	-	10
Zinc	HACH Zn	Mg/l	0.05	-	3
Sólidos Disueltos totales	2510-B	Mg/l	88	1000	
Arsénico	HACH Ar	Mg/l	<0.001	-	0.01
Mercurio	HACH Hg	Mg/l	<0.001	-	0.001

Resultados microbiológicos				
Coliformes Totales	Filtración por Membrana	UFC/100 ml	13	Negativo
Coliformes Fecales	Filtración por Membrana	UFC/100 ml	Negativo	Negativo

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el debido tratamiento para garantizar la calidad del agua y por tanto la salud de los consumidores, para ello es necesario operaciones de tratamiento y medidas de control como la desinfección, la solución para reducir el amonio y el hierro es la aireación que consta de un sistema de escalones utilizando los parámetros recomendados por la NTON 09-003-99, así como darle su respectivo mantenimiento (limpieza) a la obra de captación (ver detalles en anexos).

### 5.1.3. Aforo de la fuente

Se realizó el aforo de la fuente el 25 de marzo del año 2020, mediante el método volumétrico, se realizaron 3 iteraciones para determinar el tiempo de llenado del recipiente, y de esta manera poder conocer el caudal y líquido que vierte la fuente.

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 11: Resultados del aforo de la fuente (época seca)

AFORO FUENTE SAN JOSE, LA LABRANZA				
N° de aforo	Tiempo	Vol. recipiente	Caudal	caudal
	seg	lts	lts/seg	gal/min
1	22.14	19.516	0.881	13.973
2	22.16	19.516	0.881	13.961
3	22.50	19.516	0.867	13.750
		<b>Caudal prom.</b>	<b>0.877</b>	<b>13.895</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Resultados del aforo de la fuente (época lluviosa)

AFORO FUENTE SAN JOSE, LA LABRANZA				
N° de aforo	Tiempo	Vol. Recipiente	Caudal	Caudal
	Seg	Lts	Lts/seg	Gal/min
1	21.58	19.516	0.904	14.355
2	21.48	19.516	0.909	14.422
3	22.03	19.516	0.886	14.062
4	21.51	19.516	0.907	14.402
5	21.53	19.516	0.906	14.388
6	21.90	19.516	0.891	14.145
		<b>Caudal prom.</b>	<b>0.901</b>	<b>14.296</b>

Fuente: Alcaldía municipal de Condega

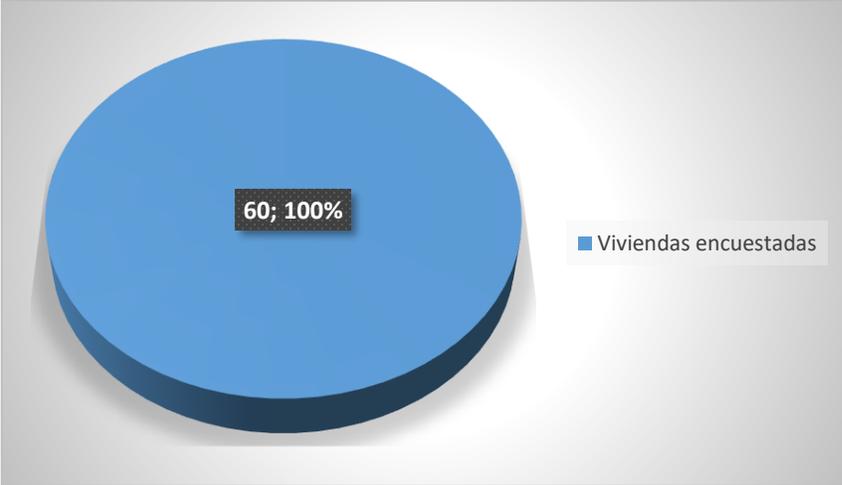
## 5.2. Análisis socio-económico

Para desarrollar el proyecto se realizó un estudio socio-económico para conocer las condiciones en las que viven la población de San José de Pire, Municipio de Condega, Departamento de Estelí, los siguientes gráficos muestran los resultados

obtenidos en este estudio, en este se mostraran las principales dificultades y necesidades de la población de dicha comunidad.

Este estudio se realizó mediante encuestas en el cual se obtuvo información de las siguientes variables mostrada en los gráficos:

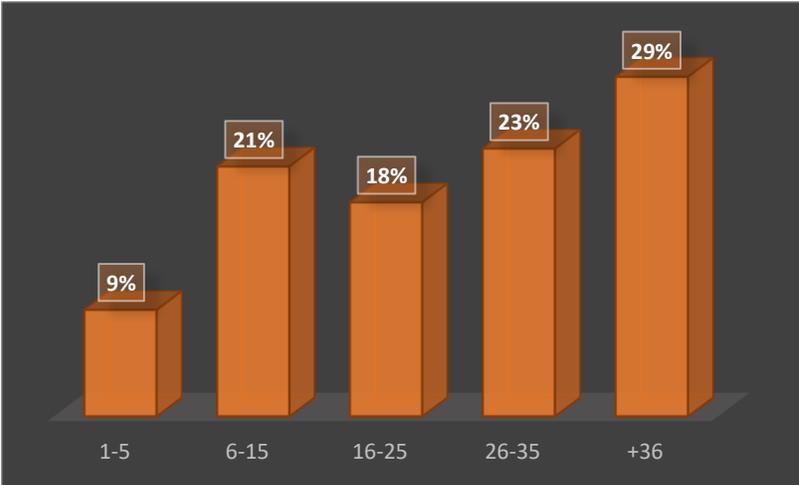
**Gráfico 1: Aplicación de encuestas**



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el grafico las encuestas se realizó en un 100% de su totalidad lo cual corresponde a 60 viviendas en total.

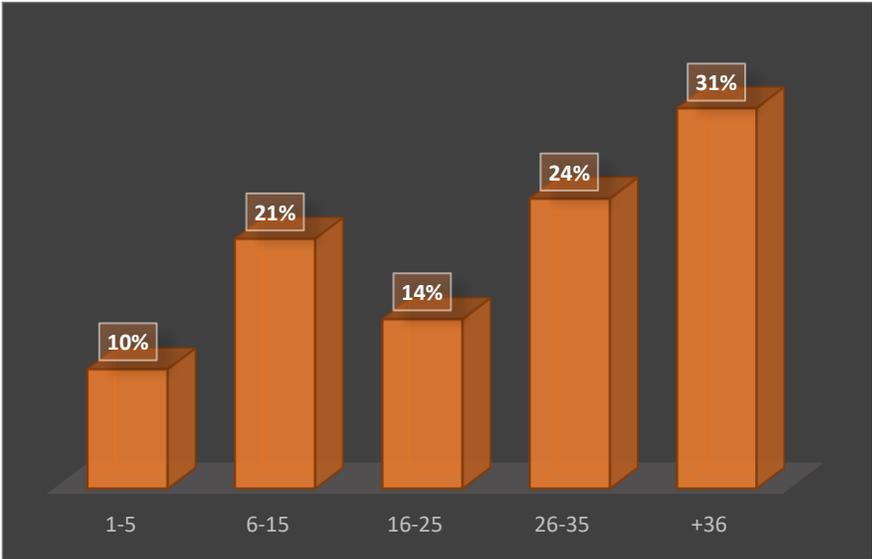
**Gráfico 2: Edades del sexo masculino**



Fuente: Elaboración propia

En las 60 encuestas realizadas en la edad del sexo masculino se encuentra con mayor dominio los que son mayores de 36 años con un 29%.

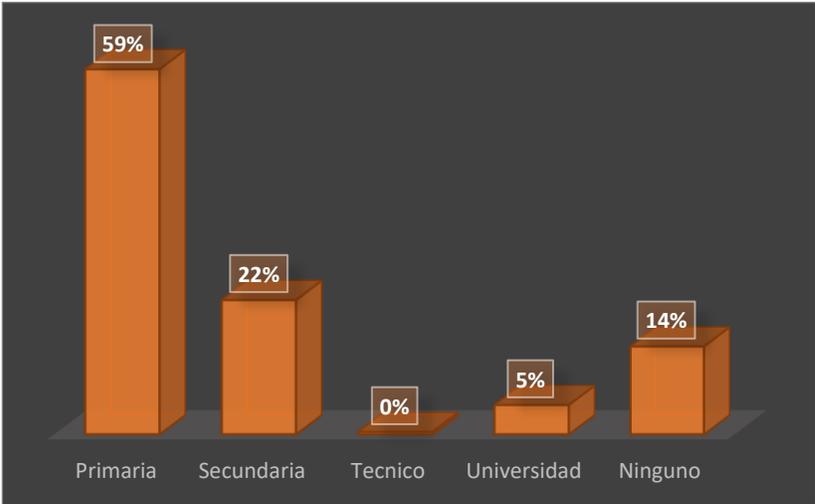
**Gráfico 3: Edades del sexo femenino**



*Fuente: Elaboración propia*

En el caso de las edades del sexo femenino también hay un mayor dominio de las que son mayores de 36 años con un 31%.

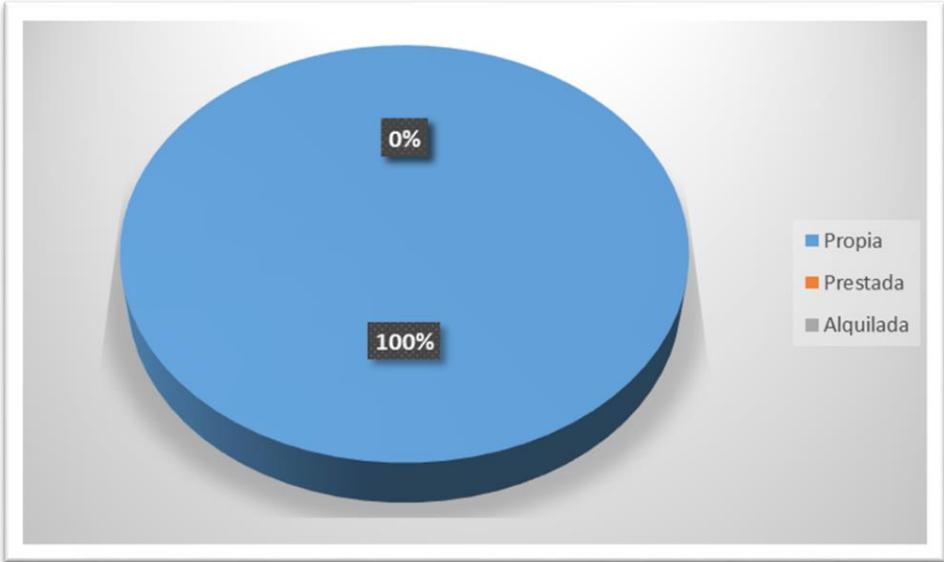
**Gráfico 4: Nivel académico**



*Fuente: Elaboración propia*

El nivel académico que más sobresale en la comunidad es la educación primaria con un 59%, después sobresale con un 22% educación secundaria con, universidad con un 5%, técnico 0% y un 14 % de analfabetismo.

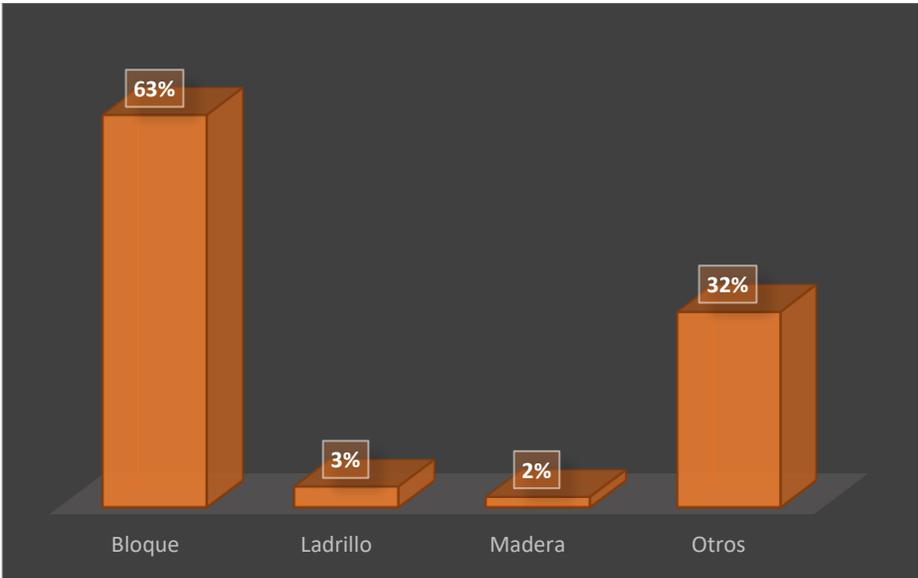
**Gráfico 5: Tendencia de las viviendas**



Fuente: Elaboración propia

En el grafico se muestra que toda la población cuenta con viviendas propias.

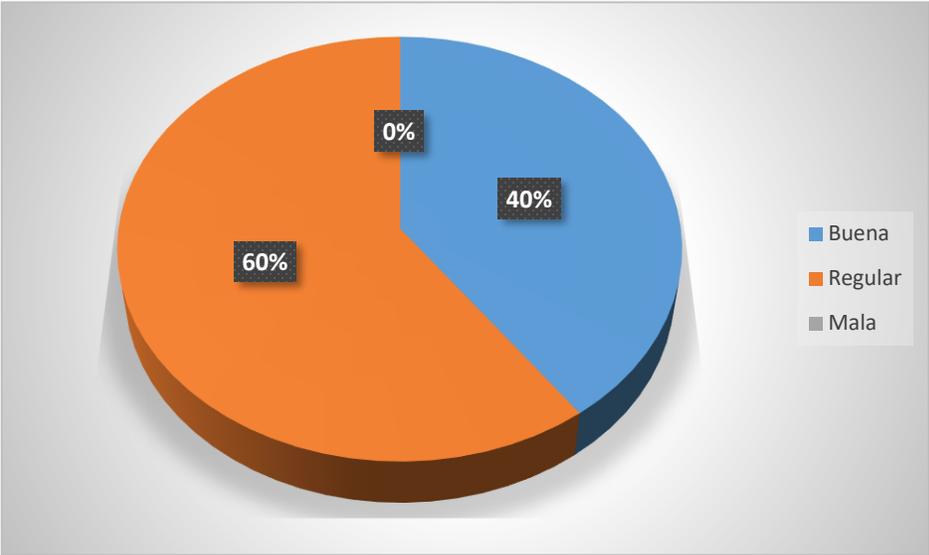
**Gráfico 6: Descripción de las viviendas**



Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las viviendas cuentan con una estructura de bloque sobresaliendo con un 63% y con un 32% están las de otro material (adobe)

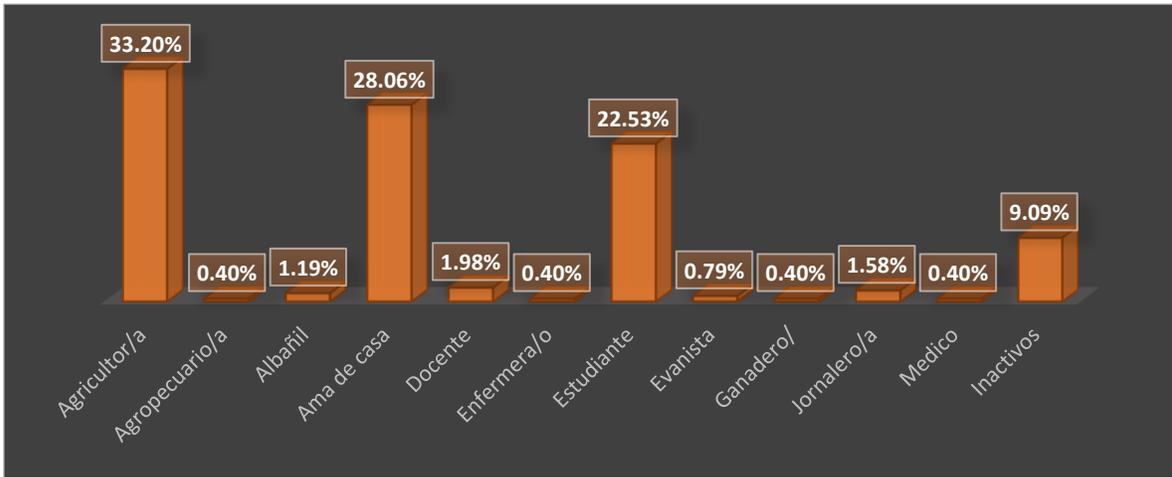
**Gráfico 7: Estado de la vivienda**



Fuente: Elaboración propia

El 60% de las viviendas se encuentran en un estado regular y con el 40% están las que están en buen estado.

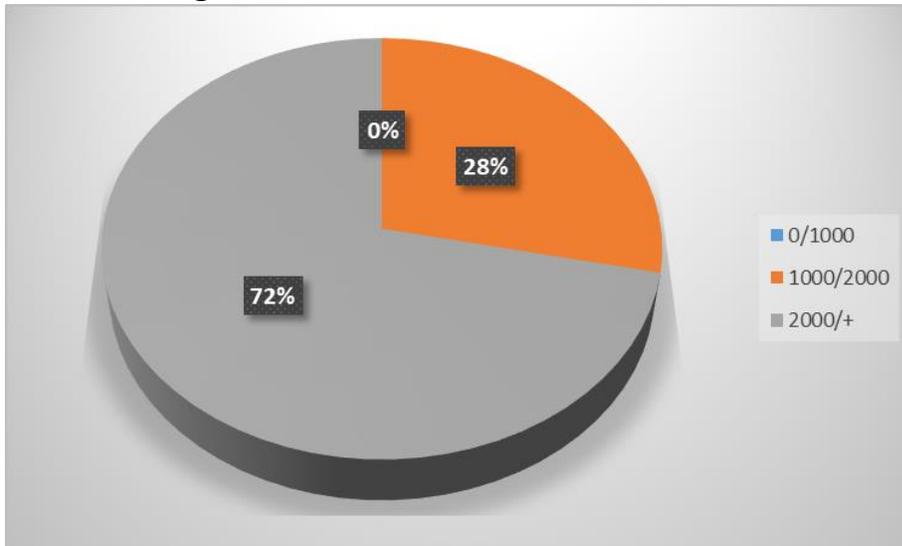
**Gráfico 8: Ocupación**



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al campo laboral predominan más los agricultores con un 33.20%, las amas de casa con 28.06% y los estudiantes con un 22.53%.

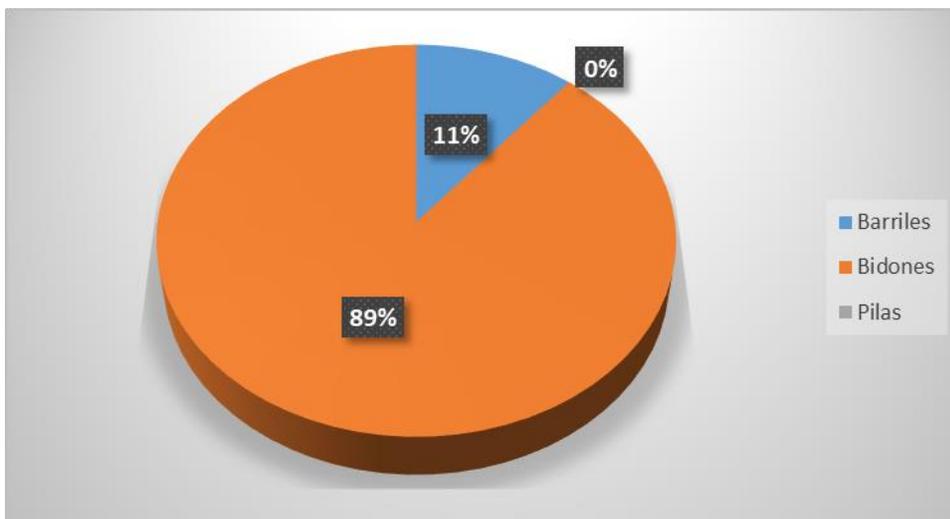
**Gráfico 9: Ingreso mensual**



*Fuente: Elaboración propia*

En la economía de los hogares el 72% cuentan con un ingreso mensual de C\$ 2000 o más, y el 28% tienen un ingreso entre los C\$ 1000 a C\$ 2000.

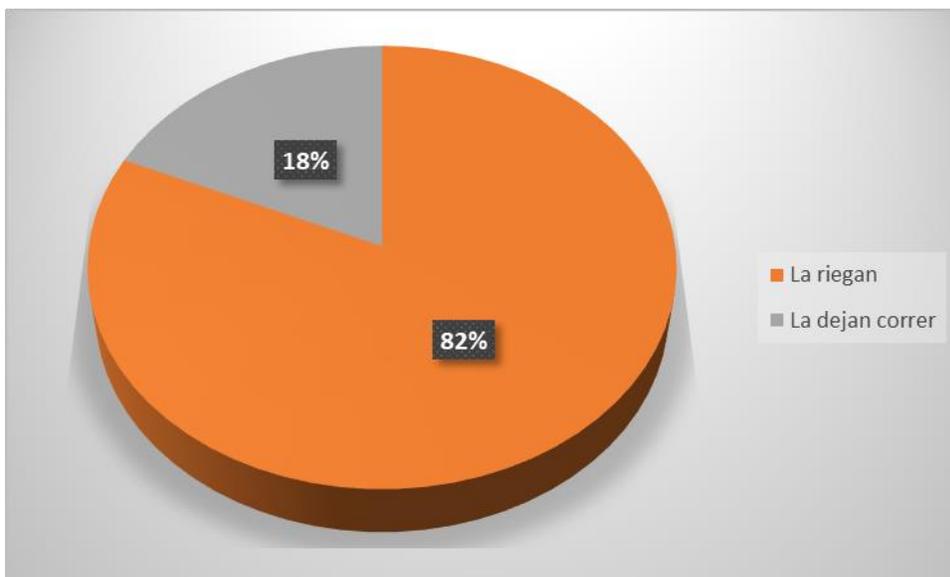
**Gráfico 10: Almacenamiento del recurso hídrico**



*Fuente: Elaboración propia*

El 89% de la población almacena el agua en bidones y solo el 11% almacena el agua en barriles, y ninguno cuenta con pila.

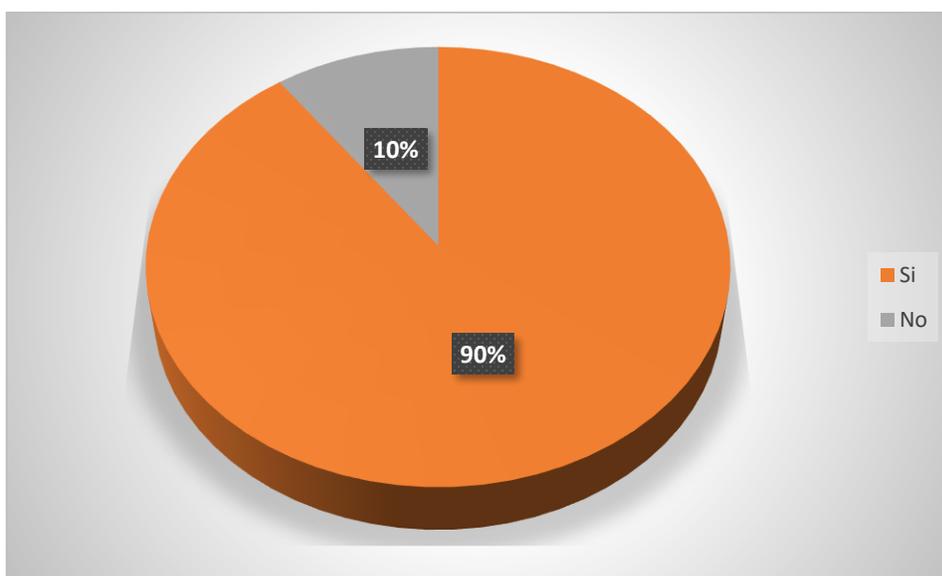
**Gráfico 11: Aguas grises**



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las aguas servidas el 82% la utilizan para riego, y el 18% la dejan correr.

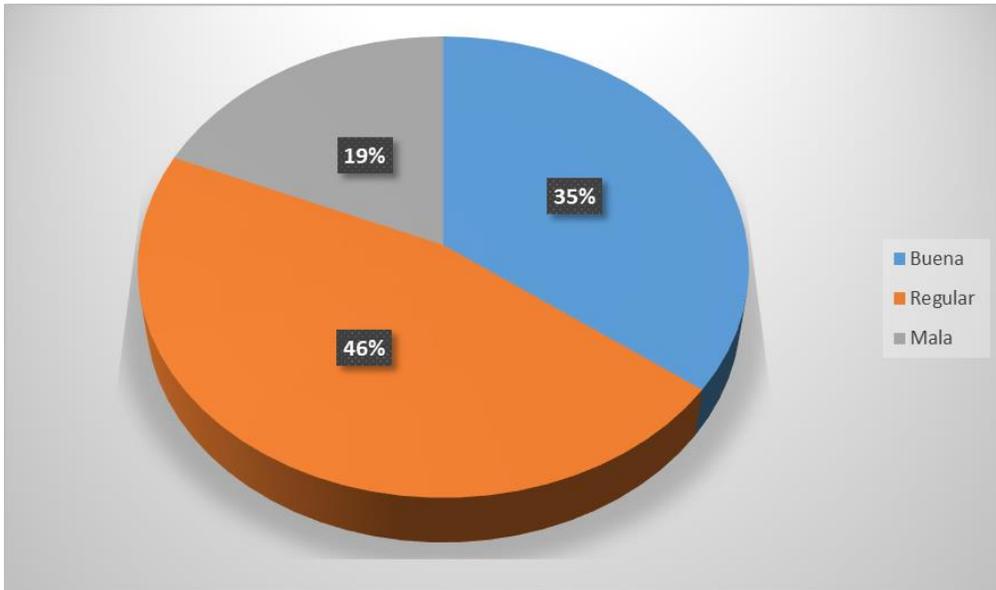
**Gráfico 12: Saneamiento de las viviendas**



Fuente: Elaboración propia

El 90% cuentan con letrinas y el 10% no disponen de este servicio.

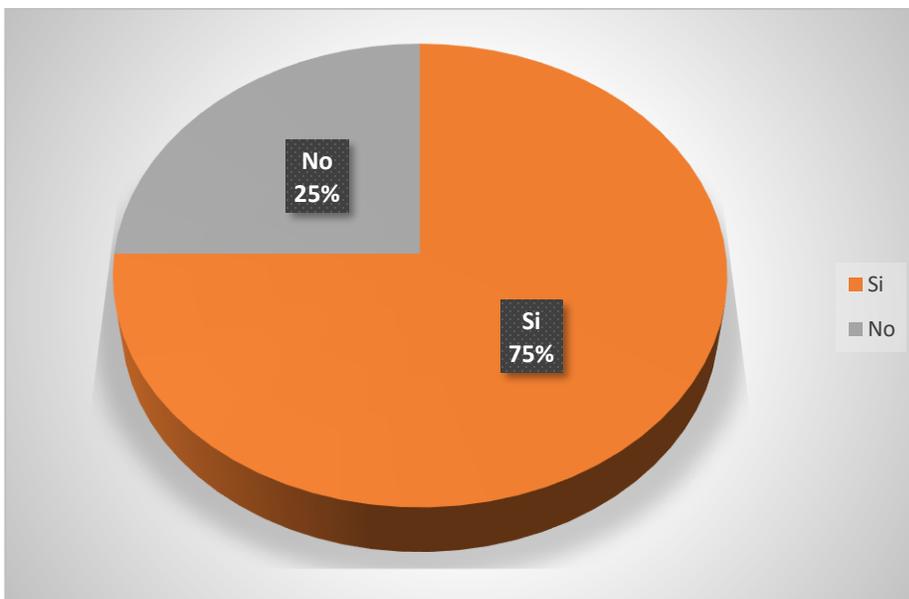
**Gráfico 13: Estado de letrinas**



*Fuente: Elaboración propia*

El 46% de las viviendas que cuentan con letrinas se encuentran en un estado regular, el 35% se encuentran en buen estado, mientras que el 19% restante están en mal estado.

**Gráfico 14: Viviendas con energía eléctrica**



*Fuente: Elaboración propia*

El 75% de la población de la comunidad si cuentan con energía eléctrica en sus hogares y el 25% no cuentan con este servicio.

### 5.3. Levantamiento topográfico

En la comunidad de San José de Pire se elaboró el levantamiento topográfico realizado con estación total, para la visualización de la red de distribución, de igual manera para conocer con mayor detalle la ubicación de la fuente de abastecimiento, la línea de conducción y el tanque de almacenamiento.

Se presenta los puntos intermedios (PI) en anexos, con sus respectivas coordenadas y elevaciones, los puntos a mostrarse corresponden a la red de distribución y la line de conducción, (en ANEXOS puede observarse los planos).

### 5.4. Estudio de población y consumo

Para realizar el estudio poblacional se buscaron los últimos censos de la comunidad de San José de Pire del cual se encontró un último censo realizado en el año 2015, por lo tanto, utilizamos los últimos censos realizado en el año 2005 y 2015 del municipio de Condega para determinar la tasa de crecimiento, todos estos censos fueron brindados por el INIDE.

Para determinar la tasa de crecimiento se utilizó la fórmula del método geométrico recomendada por la norma.

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos por los últimos censos realizados por el INIDE.

Tabla 13: Resultados de los últimos censos

Año	CENSO			
	Nicaragua	Esteli	Condega	San Jose de Pire
1995	4,357,099	174,894		
2005	5,142,098	201,548	28,481	
2015	6,262,703	224,231	33,407	357

Fuente: INIDE

En la siguiente tabla se muestran los valores de los últimos censos de los años 2005 y 2015 del municipio de Condega realizados por el INIDE los cuales fueron los que se utilizaron para la tasa de crecimiento.

Tabla 14: Datos de los dos últimos censos del municipio de Condega

Datos del municipio de Condega	
Año	N° de pobladores
2005	28,481
2015	33,407

Fuente: INIDE

Para determinar la tasa de crecimiento utilizamos la siguiente ecuación:

$$r = \left( \frac{P_n}{P_o} \right)^{1/n} - 1$$

En la siguiente tabla mostramos la tasa de crecimiento calculada la cual no cumple con el rango que establece la normativa que esta entre 2.5% al 4%, por lo cual decidimos trabajar con la tasa mínima de 2.50%.

Tabla 15: Resultados de la tasa de crecimiento

Tasa de crecimiento calculada	
2005-2015	1.61%
Tasa de crecimiento propuesta	
2005-2015	2.50%

Fuente: Elaboración Propia

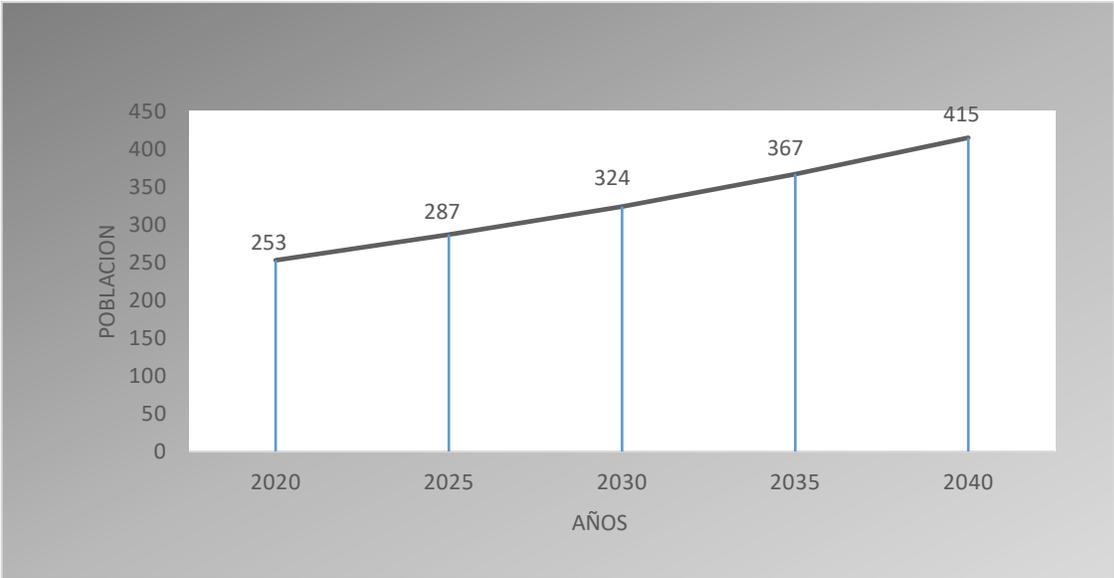
Para este proyecto la población de diseño se proyectó para un periodo de veinte años lo cuales corresponde desde el 2020 al 2040.

Con la tasa de crecimiento ya establecida y con una población actual de la comunidad de 253 habitantes obtenida por el estudio socio-económico que se realizó en la comunidad San José de Pire, se obtuvo la población futura.

Al final del periodo de diseño se estima una población de:

$$P_n = P_o * (1 + r)^n$$
$$P_n = 253 * (1 + 0.025)^{20} = 415 \text{ habitante}$$

**Gráfico 15: Proyección poblacional**



Fuente: Elaboración Propia

**5.4.1. Proyección de consumo y caudales de diseño**

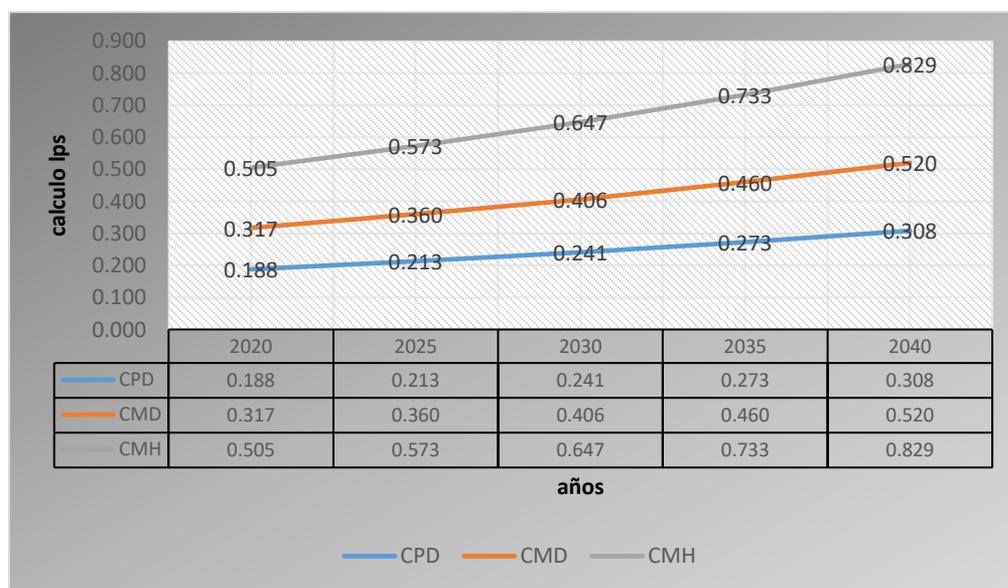
Para esta tarea se tomaron en cuenta ciertos parámetros que establece la normativa, como la dotación para cada habitante que según la normativa el rango esta entre 50 a 60 lppd, se decidió trabajar con el consumo máximo de este rango. En cuanto al porcentaje de consumo de sitios públicos se utilizó el 7%, y para el porcentaje de pérdidas se fijó el valor máximo que es del 20%.

Tabla 16: Variaciones de consumo

años	Periodo	Dotación	CD	CI 7% CPD	Poblacion	CPD	CMD	CMH
	n	lppd	lps	lps		lps	lps	lps
2020	0	60	0.176	0.012	253	0.188	0.317	0.505
2021	1	60	0.181	0.013	260	0.193	0.326	0.519
2022	2	60	0.185	0.013	266	0.198	0.333	0.531
2023	3	60	0.190	0.013	273	0.203	0.342	0.545
2024	4	60	0.194	0.014	280	0.208	0.351	0.559
2025	5	60	0.199	0.014	287	0.213	0.360	0.573
2026	6	60	0.204	0.014	294	0.218	0.369	0.587
2027	7	60	0.209	0.015	301	0.224	0.377	0.601
2028	8	60	0.215	0.015	309	0.230	0.387	0.617
2029	9	60	0.219	0.015	316	0.235	0.396	0.631
2030	10	60	0.225	0.016	324	0.241	0.406	0.647
2031	11	60	0.231	0.016	332	0.247	0.416	0.663
2032	12	60	0.237	0.017	341	0.253	0.427	0.681
2033	13	60	0.242	0.017	349	0.259	0.437	0.697
2034	14	60	0.249	0.017	358	0.266	0.449	0.715
2035	15	60	0.255	0.018	367	0.273	0.460	0.733
2036	16	60	0.261	0.018	376	0.279	0.471	0.751
2037	17	60	0.267	0.019	385	0.286	0.483	0.769
2038	18	60	0.274	0.019	395	0.294	0.495	0.789
2039	19	60	0.281	0.020	405	0.301	0.508	0.809
2040	20	60	0.288	0.020	415	0.308	0.520	0.829

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 16: Variaciones de consumo



Fuente: Elaboración propia

## 5.5. Diseño hidráulico

### 5.5.1. Fuente de captación

De acuerdo a la información brindada por el documento de AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES, “Roger Agüero Pittman” para realizar el diseño de la obra de captación se calcularon los siguientes valores, (ver detalles en anexos).

Tabla 1

Diseño de captación	
Diámetro de canastilla	4 in
Long. mín de canastilla	6 in
Long. máx. de canastilla	12 in
Longitud propuesta	10 in
Longitud propuesta	0.254 mm
Ancho de ranura	5 mm
Largo de ranura	7.00 mm
Área de ranura	35. mm <sup>2</sup>
Área total	4053.67 mm <sup>2</sup>
N° de ranura	116
Diámetro de rebose	0.05785 mm
Diámetro de rebose	5.78539 cm
altura total de cámara	68.08 cm
	70 cm

7: Diseño de captación

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2. Línea de conducción

Tabla 18: Parámetros de la línea de conducción

Datos	
Elevación de la fuente	885 m
Elevación del tanque	813 m
Long de tubería	1986 m
Diametro comercial	<b>2.00 in</b>
Diametro	0.0508 m
Caudal mx diario	0.520 lps
Caudal	0.00052 m <sup>3</sup> /S
Material de conducto	Tubo plástico (PVC)
Coefficiente de rugosidad	150
La velocidad del caudal	0.2567 m/seg

Fuente: Elaboración propia

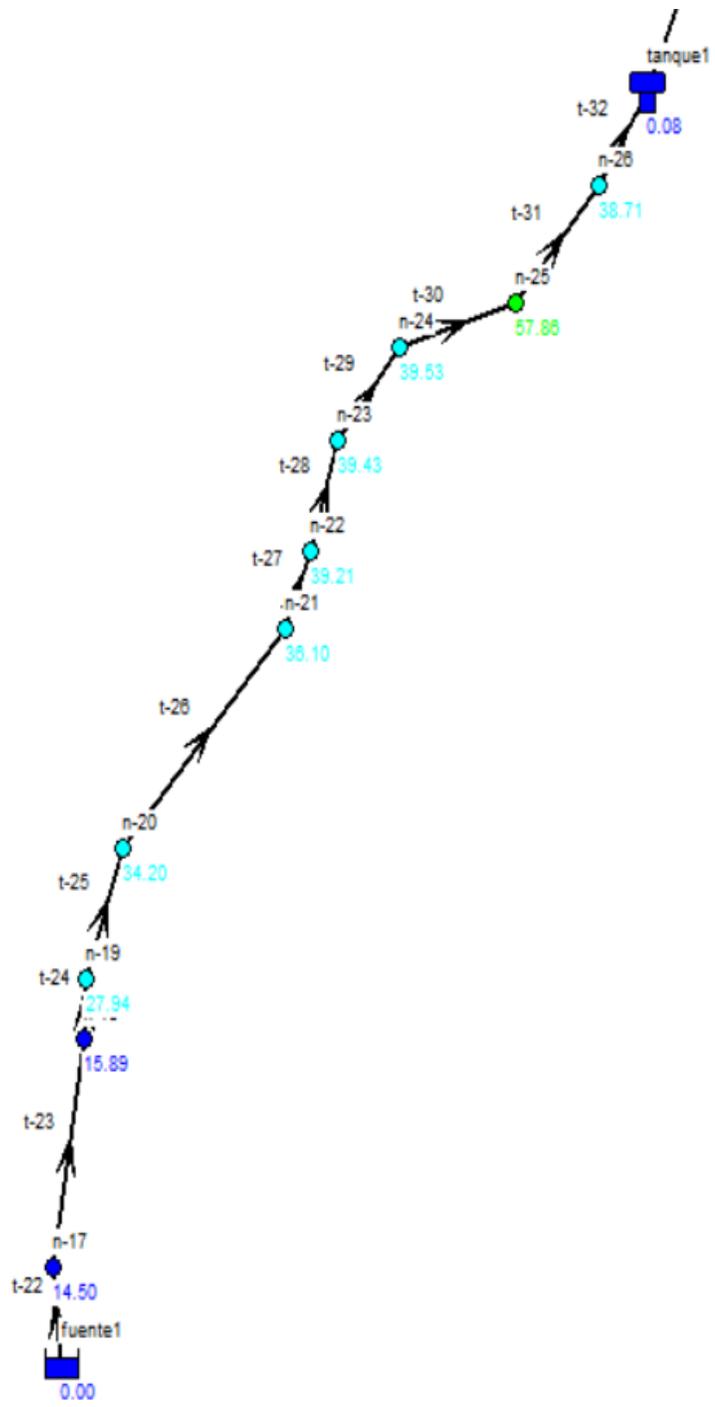
### 5.5.2.1. Análisis hidráulico de línea de conducción

A continuación, se presenta el análisis hidráulico de la línea de conducción realizado en el software de EXCEL con el objetivo de efectuar una comparación tanto de las velocidades, así como de las presiones obtenidas de la simulación en EPANET.

Tabla 19: Resultados del análisis hidráulico de la línea de conducción

Tramo	Caudal m <sup>3</sup> /S	Longitud m	E.Inicial m	E.final m	C	Diametro m	Velocidad m/s	Pérdida de carga m	Presión residual m
1	0.00052	126	885.73	866.56	150	0.05	0.26	0.21	18.96
2	0.00052	273	866.56	855.34	150	0.05	0.26	0.45	29.73
3	0.00052	78	855.34	840.70	150	0.05	0.26	0.13	44.23
4	0.00052	170	840.70	828.44	150	0.05	0.26	0.28	56.21
5	0.00052	368	828.44	813.96	150	0.05	0.26	0.61	70.08
6	0.00052	97	813.96	807.34	150	0.05	0.26	0.16	76.55
7	0.00052	144	807.34	802.17	150	0.05	0.26	0.24	81.48
8	0.00052	137	802.17	797.01	150	0.05	0.26	0.23	86.41
9	0.00052	164	797.01	772.76	150	0.05	0.26	0.27	110.39
10	0.00052	186	772.76	785.33	150	0.05	0.26	0.31	97.51
11	0.00052	243	785.33	819.23	150	0.05	0.26	0.40	63.21

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia con software EPANET

### 5.5.2.2. Presiones máximas y mínimas

tabla 20: Análisis de presión de la línea de conducción

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n-17	0.00	881.06	14.50
Conexión n-18	0.00	871.23	15.89
Conexión n-19	0.00	868.65	27.94
Conexión n-20	0.00	862.62	34.20
Conexión n-21	0.00	850.06	36.10
Conexión n-22	0.00	846.55	39.21
Conexión n-23	0.00	841.59	39.43
Conexión n-24	0.00	836.53	39.53
Conexión n-25	0.00	830.62	57.86
Conexión n-26	0.00	824.04	38.71

Fuente: Elaboración propia con software EPANET

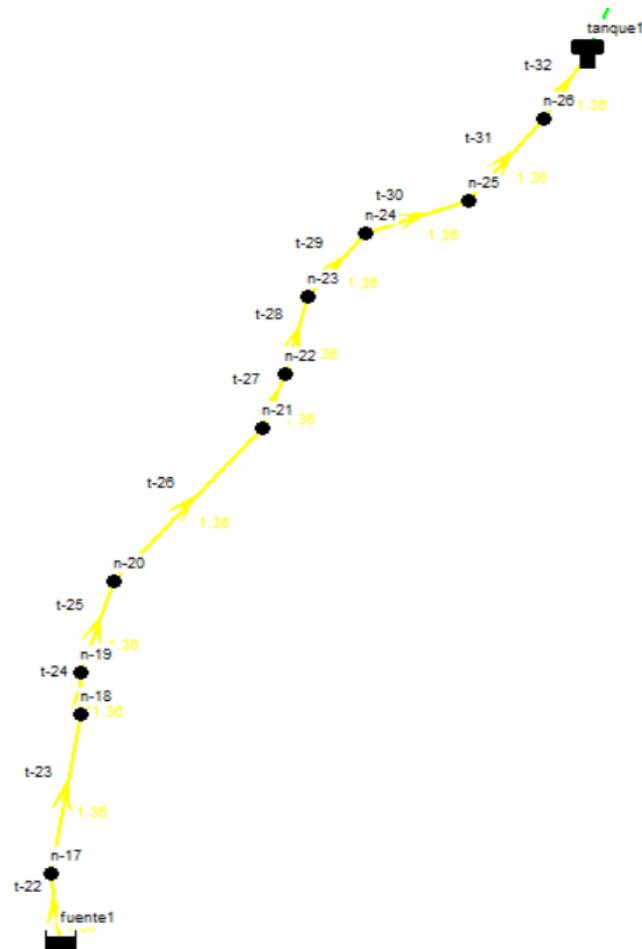
La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse según lo que establece la NTON 09 002-99. Por lo tanto, se le colocará una tubería PVC-SDR-26-Ø2 con capacidad de presiones de trabajo de hasta 113 mca, además se ubicará una válvula de aire en el punto más alto para eliminar el aire atrapado evitando la posible rotura de la tubería.

### 5.5.2.3. Análisis de velocidades en la línea de conducción

Tabla 21: Análisis de velocidad de la línea de conducción

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería t-22	114	50	150	2.67	1.36
Tubería t-23	266	50	150	2.67	1.36
Tubería t-24	70	50	150	2.67	1.36
Tubería t-25	163	50	150	2.67	1.36
Tubería t-26	340	50	150	2.67	1.36
Tubería t-27	95	50	150	2.67	1.36
Tubería t-28	134	50	150	2.67	1.36
Tubería t-29	137	50	150	2.67	1.36
Tubería t-30	160	50	150	2.67	1.36
Tubería t-31	178	50	150	2.67	1.36
Tubería t-32	128	50	150	2.67	1.36

Fuente: Elaboración propia con software EPANET



Fuente: Elaboración propia con software EPANET

Las velocidades cumplen con los rangos establecidos por la norma INAA

### 5.5.3. Diseño del tanque de almacenamiento

El diseño del tanque se realizó utilizando los porcentajes de regularización y reserva propuestos por la NTON 09-001-99 que son 15% CPD Y 20% CPD respectivamente, (ver detalles en anexos).

$$V_{reserva} = 20\% * CPD$$

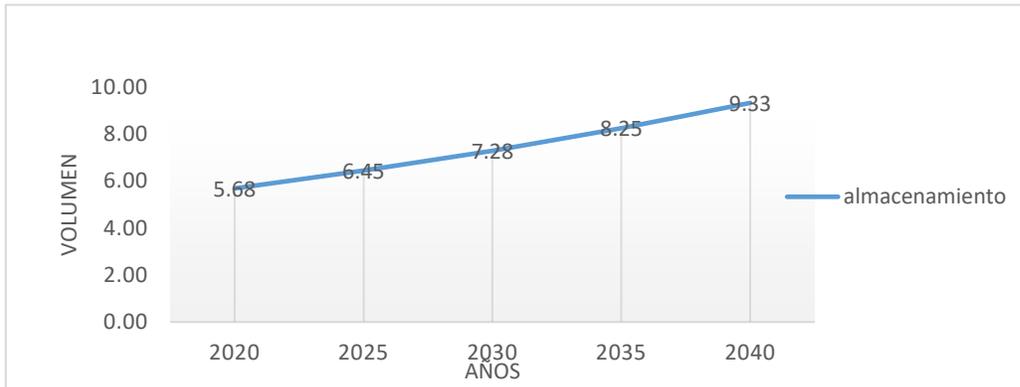
$$V_{regularizacion} = 15\% * CPD$$

Tabla 22: Demanda de almacenamiento del tanque

N	Año	Poblacion	Volumen de regulacion 15%	Volumen de reserva 20%	Almacenamiento 35%	Almacenamiento 35%
			lts	lts	lts	m <sup>3</sup>
0	2020	253	2436.39	3248.52	5684.91	5.68
1	2021	260	2503.80	3338.40	5842.20	5.84
2	2022	266	2561.58	3415.44	5977.02	5.98
3	2023	273	2628.99	3505.32	6134.31	6.13
4	2024	280	2696.40	3595.20	6291.60	6.29
5	2025	287	2763.81	3685.08	6448.89	6.45
6	2026	294	2831.22	3774.96	6606.18	6.61
7	2027	301	2898.63	3864.84	6763.47	6.76
8	2028	309	2975.67	3967.56	6943.23	6.94
9	2029	316	3043.08	4057.44	7100.52	7.10
10	2030	324	3120.12	4160.16	7280.28	7.28
11	2031	332	3197.16	4262.88	7460.04	7.46
12	2032	341	3283.83	4378.44	7662.27	7.66
13	2033	349	3360.87	4481.16	7842.03	7.84
14	2034	358	3447.54	4596.72	8044.26	8.04
15	2035	367	3534.21	4712.28	8246.49	8.25
16	2036	376	3620.88	4827.84	8448.72	8.45
17	2037	385	3707.55	4943.40	8650.95	8.65
18	2038	395	3803.85	5071.80	8875.65	8.88
19	2039	405	3900.15	5200.20	9100.35	9.10
20	2040	415	3996.45	5328.60	9325.05	9.33

Fuente: Elaboración propia

### Gráfico 17: Almacenamiento del tanque



Fuente: Elaboración Propia

Se elaboró la construcción de un tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo sobre el suelo en donde se propusieron las siguientes dimensiones.

Tabla 23: Dimensiones del tanque de almacenamiento

Dimensiones interiores		Dimensiones exteriores	
Altura	2.50	Altura	2.65
Ancho	2.50	Ancho y largo superior	3.30
Largo	2.50	Ancho y largo inferior	4.90

Fuente: Elaboración Propia

Volumen útil del tanque:  $(2.2 \times 2.5 \times 2.5) = 13.75 \text{ m}^3$

#### 5.5.3.1. Cálculo de cantidad de hipoclorito de sodio

$$\text{Vol cloro} \left( \frac{\text{lbs}}{\text{dia}} \right) = \frac{\text{Vagua} \times \text{dosis}}{\text{Concentracion del cloro}}$$

Donde:

Vol. Cloro: Cantidad de cloro que se va aplicar

Vol. Agua: Cantidad de agua a desinfectar

Dosis: Concentración o dosis aplicada

Concentración: Concentración del producto expresada por el fabricante en % o en ppm.

Datos:

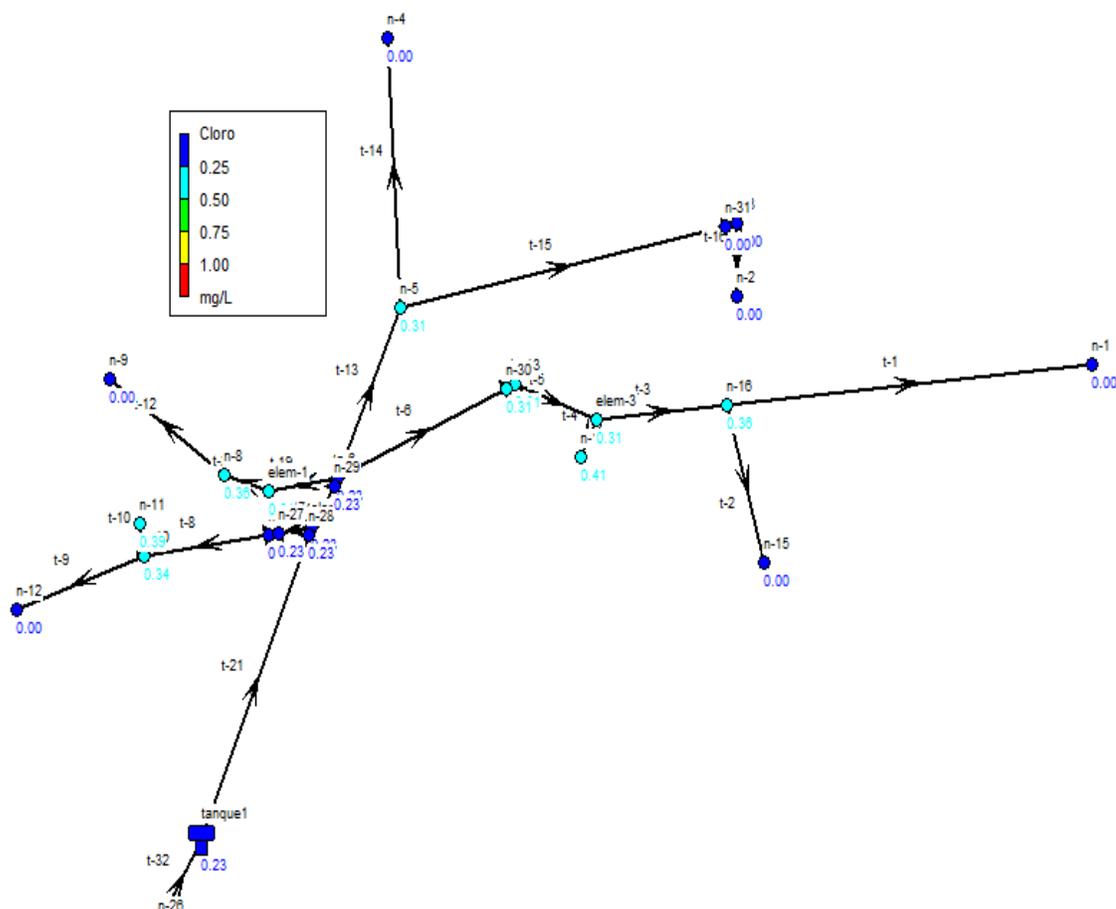
Concentración	12%
Concentración	120000
Dosis	1.5

Tabla 24: Cantidad de hipoclorito de sodio

Año	Consumo	Cant. de Cloro lt/dia	Cant. de Cloro lt/mes
2020	27399.9	0.34	10.27
2025	31082.1	0.39	11.66
2030	35089.2	0.44	13.16
2035	39746.1	0.50	14.90
2040	44944.5	0.56	16.85

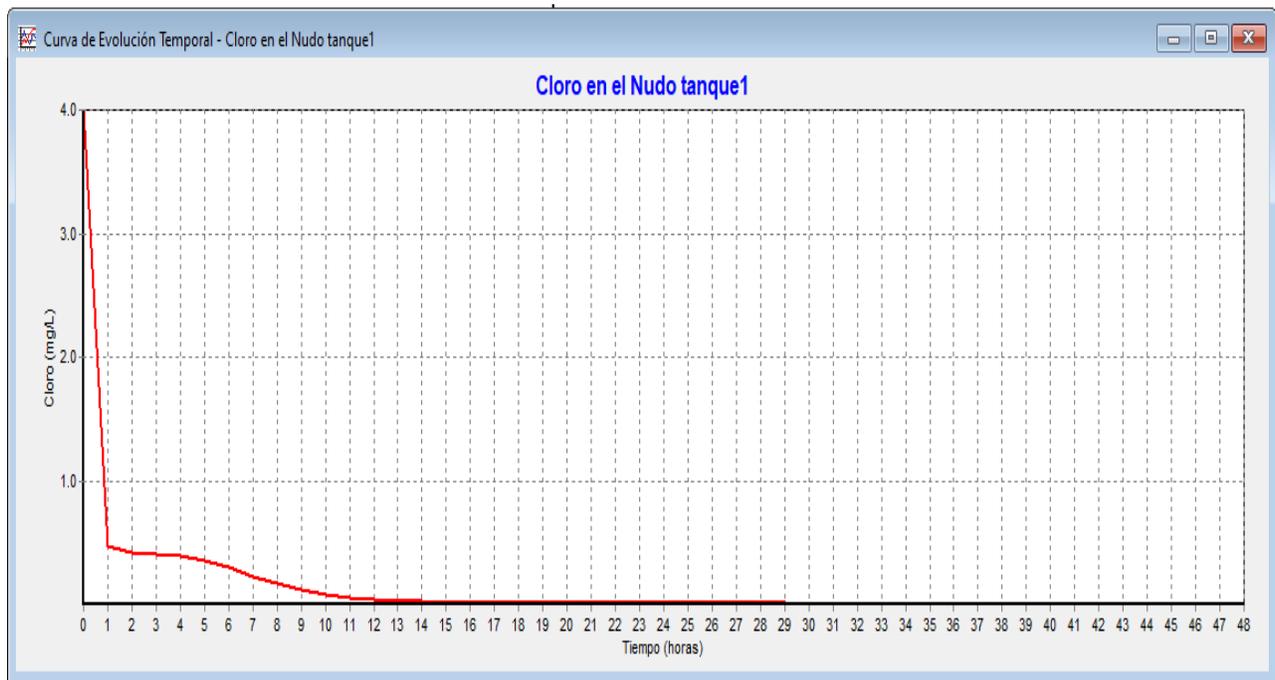
Fuente: Elaboración propia

### 5.5.3.2. Evaluación del cloro residual en la red de distribución



Fuente: Elaboración propia con software EPANET

**Gráfico 18: Dosificación de cloro en la red de distribución**



Fuente: Elaboración propia con software EPANET

Dentro de las propiedades del tanque se situó una dosificación del cloro residual en el software EPANET para dosificar el tanque y red de distribución donde se agregó una dosis de 4 mg/l como dosificación inicial. El programa realizó los cálculos pertinentes en cada nodo, como se puede observar en la evaluación del cloro residual en la red de distribución, así como en el gráfico 18 el cual muestra cómo se comporta el cloro con respecto al tiempo.



## 5.5.4.2. Caudales por tramo

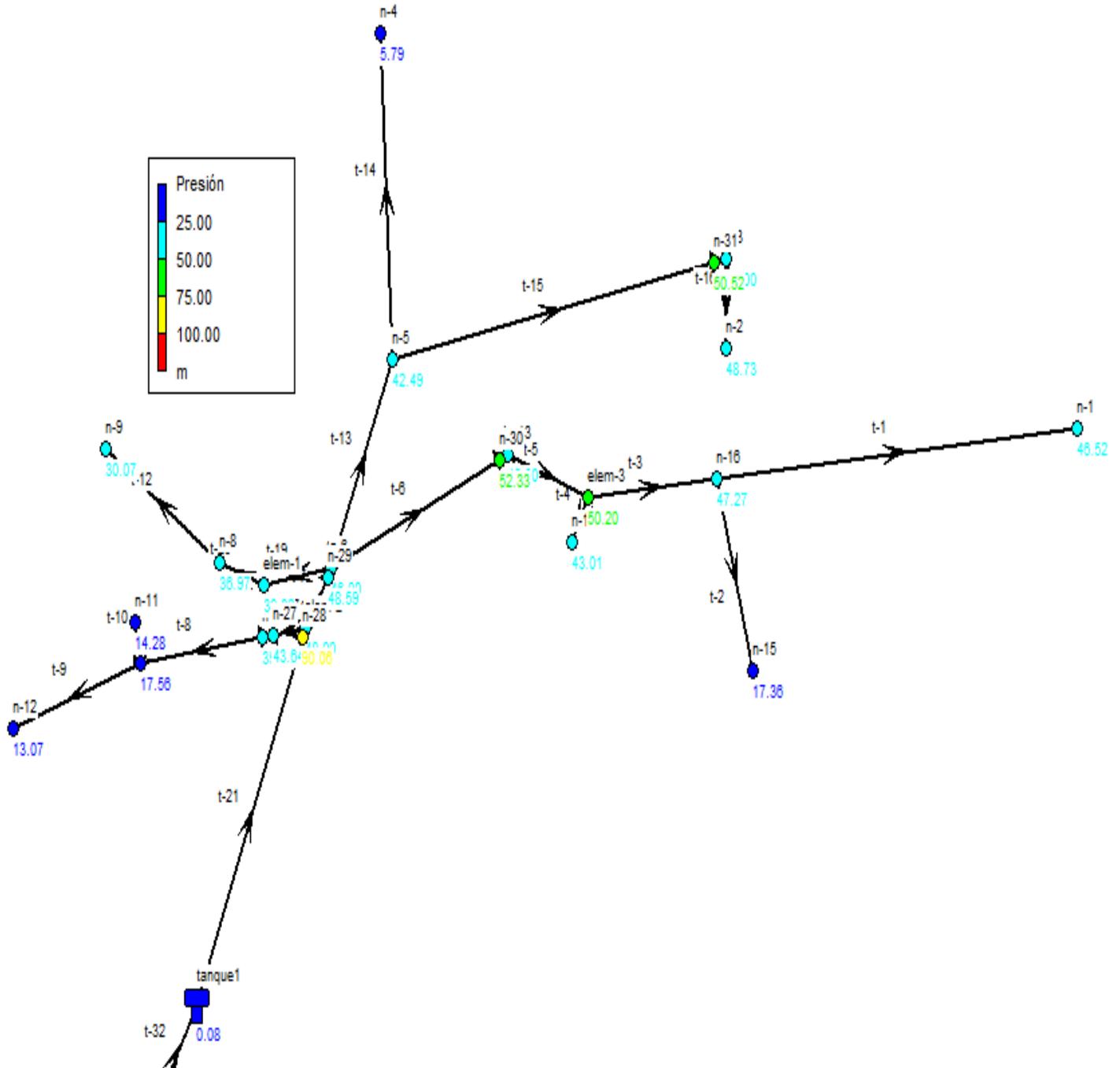
Tabla 25: Caudales nodales

Nº de nodos	Nº de viviendas	Cant. De personas	Habitantes actuales	Habitantes proyectados	CMH	caudal nodal
					lps	lps
1	<b>IGLESIA RODEO</b>	<b>0</b>	17	28.00	0.0020	0.0558
	1	8				
	2	4				
	3	5				
2	4	4	4	7.00	0.0020	0.0139
3	5	7	13	21.00	0.0020	0.0418
	6	6				
4	8	4	9	15.00	0.0020	0.0299
	9	3				
	10	2				
5	7	3	10	16.00	0.0020	0.0319
	<b>CASA COMUNAL</b>	<b>0</b>				
	11	3				
	12	4				
6	13	6	23	38.00	0.0020	0.0757
	14	5				
	36	4				
	37	5				
	60	3				
7	15	7	23	38.00	0.0020	0.0757
	16	5				
	17	3				
	18	2				
	19	2				
	20	4				
8	21	5	11	18.00	0.0020	0.0359
	35	3				
	59	3				
9	22	2	15	25.00	0.0020	0.0498
	23	3				
	24	5				
	25	5				
10	26	4	18	30.00	0.0020	0.0598
	27	6				
	28	4				
	29	4				
11	30	2	14	23.00	0.0020	0.0458
	31	4				
	32	3				
	<b>IGLESIA EVANG.</b>	<b>0</b>				
	33	5				
12	<b>C. ESCOLAR</b>	<b>0</b>	3	5.00	0.0020	0.0100
	34	3				
13	38	3	30	49.00	0.0020	0.0976
	39	4				
	40	3				
	41	4				
	42	3				
	43	5				
	44	5				
	45	3				
	14	<b>ESCUELA</b>				
46		3				
47		3				
48		3				
15	49	4	21	34.00	0.0020	0.0677
	50	5				
	51	4				
	52	4				
	53	4				
16	54	4	33	54.00	0.0020	0.1076
	55	7				
	56	9				
	57	6				
	58	7				

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se distribuyen los caudales nodales a partir de la tributación de habitantes en cada nodo.

### 5.5.4.3. Presiones en los nodos



Fuente: Elaboración propia con software EPANET

Tabla 26: Análisis de presión en la red

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n-1	0.06	762.95	46.52
Conexión n-2	0.01	750.23	48.73
Conexión n-3	0.04	750.23	30.00
Conexión n-4	0.03	770.79	5.79
Conexión n-5	0.03	770.80	42.49
Conexión n-6	0.08	770.85	46.00
Conexión n-7	0.08	765.09	35.00
Conexión n-8	0.04	770.83	36.97
Conexión n-9	0.05	770.83	30.07
Conexión n-10	0.06	765.07	17.56
Conexión n-12	0.01	765.07	13.07
Conexión n-13	0.10	763.11	45.00
Conexión n-14	0.03	763.05	43.01
Conexión n-15	0.07	762.96	17.36
Conexión n-16	0.11	762.97	47.27
Conexión elem-3	0.00	763.05	50.20
Conexión n-11	0.05	765.07	14.28
Conexión elem-2	0.00	773.76	48.00
Conexión elem-1	0.00	770.84	38.02

Fuente: Elaboración propia con software EPANET

Al correr el programa, muestra presiones correspondientes que establece el INAA teniendo como resultado una presión mínima de 5.79 m y una presión máxima de 50.2 m, para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas cumplan dentro del rango permisible, para el medio rural se recomiendan presiones de 5 – 50 mca, por lo tanto, fue necesario ubicar cuatro válvulas reductoras de presión en los puntos más críticos los cuales están en los nodos 3, 6, 7, 13 y en el elemento 2, así mismo utilizar una tubería que resista las presiones máximas.



Tabla 27: Análisis de velocidad de la red

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería t-1	579	50	-0.06	0.03
Tubería t-2	217	50	0.07	0.03
Tubería t-3	197	50	-0.23	0.12
Tubería t-4	53	50	0.03	0.02
Tubería t-5	125	50	-0.26	0.13
Tubería t-6	286	50	-0.46	0.23
Tubería t-8	182	50	0.12	0.06
Tubería t-9	197	50	0.01	0.01
Tubería t-12	215	50	0.05	0.03
Tubería t-13	246	50	0.16	0.08
Tubería t-14	352	50	0.03	0.02
Tubería t-15	512	50	0.10	0.05
Tubería t-16	94	50	0.01	0.01
Tubería t-10	43	50	0.05	0.02
Tubería t-7	72	50	-0.85	0.43
Tubería t-17	63	50	0.27	0.14
Tubería t-19	100	50	0.09	0.04
Tubería t-20	69	50	0.09	0.04
Tubería t-21	471	50	1.12	0.57

Fuente: Elaboración propia con software EPANET

Los resultados en la red de distribución presentan velocidades inferiores a los valores permisibles que establece la NTON 09001-99. colocarán válvulas de limpieza en los puntos más críticos, tubería (1, 3, 5, 6 y 7), para evitar la acumulación de sedimentos en los conductos.

## 5.6. Saneamiento básico rural

Según los datos obtenidos por las encuestas proporcionado por el Nuevo FISE, el estudio socioeconómico reveló que 54 de las viviendas poseen letrinas que son el 90% de las viviendas totales, de las cuales el 35 % se encuentran en buen estado, 46 % en un estado regular y el 19 % en mal estado. El 10 % no cuentan con este componente básico de saneamiento.

Tabla 28: Datos de estudio socio-económico

Descripción	porcentaje	N° de viviendas
No cuentan con letrina	10	6
Cuentan con letrinas	90	54
Letrinas en buen estado	35	19
Letrinas en regular estado	46	25
Letrinas en mal estado	19	10
total		60

Fuente: Elaboración Propia

Con poco recursos es necesario crear condiciones que mejoren la calidad de vida e incorporen variables de orden técnico , económico, social, y ambiental que contribuyan a lograr intervenciones sostenibles, como es la construcción y el mejoramiento de letrinas, ya que, de esa manera se evita en gran parte la insalubridad de las personas y la contaminación del medio ambiente, las letrinas representan una alternativa muy práctica y de baja inversión, para las zonas rurales donde no hay un sistema de alcantarillado sanitario, el diseño de dicha obra está basado en las especificaciones brindadas por la NTON 09-002-99.

La letrina de foso seco cuenta de una caseta sencilla revestida de zinc liso, consta de un brocal revestido con mampostería de ladrillo tipo Nuevo FISE, un banco y plancha de fibra de vidrio, así como se muestra en la ilustración (ver detalle en anexos).

### **5.6.1. Ubicación de la letrina**

Para evitar la contaminación por coliformes fecales de pozos excavados a mano o perforados, y malos olores, se establece una distancia mínima entre las letrinas según el NTON 09-002-99 la cual para viviendas es de 5 m de separación.

En caso de que se encuentre un tanque de almacenamiento cerca, considerar una distancia mínima de 10 m (para tanques sobre el suelo), 8 m (para tanques sobre torre).

### **5.7. Costo y presupuesto**

El presente presupuesto de estimación de costos e inversión total del “Diseño de mini acueducto por gravedad (MAG) y saneamiento básico rural en la comunidad de San José de Pire, Municipio de Condega, Departamento de Estelí”, refleja el precio unitario que constituye el precio de cada concepto de obra. Para obtenerlo se analizan sus componentes:

- Costos directos (materiales, mano de obra, herramientas y equipos, transporte).
- Costos indirectos (gastos administrativos, impuestos y utilidades).

El presupuesto está dividido de acuerdo a las etapas y sub-etapas. Para definir las etapas, se utilizó el “Catálogo de Etapas y Sub -etapas del Nuevo FISE 2018, para proyectos de Agua Potable y Saneamiento Rural. A partir del “Maestro de Costos Unitarios Primarios” y del “Maestro de Costos Unitarios Complejos del FISE, y con ayuda de la alcaldía de Condega, así como, cotizaciones en el mercado nacional se determinó el costo relacionado a cada unidad específica. Dichos resultados fueron calculados en hojas de Excel para obtener de manera detallada todos los costos (material, transporte, mano de obra).

Tabla 29: Costo y presupuesto del proyecto

COD	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	CU	COSTO TOTAL
<b>32000</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>				<b>C\$ 671,005.39</b>
<b>31001</b>	<b>Limpieza inicial</b>	<b>M2</b>			<b>C\$ 42,619.56</b>
1.1	Limpieza manual inicial	M2	1986	C\$ 21.46	C\$ 42,619.56
<b>31002</b>	<b>Trazo y Nivelación</b>	<b>m</b>			<b>C\$ 121,146.00</b>
2.1	Trazo y Nivelación para tuberías de agua potable (incluye estacas de madera + mano de obra topografía.) (Incluye equipo de topografía)	m	1986	C\$ 61.00	C\$ 121,146.00
<b>32001</b>	<b>Excavación</b>	<b>M3</b>			<b>C\$ 155,901.00</b>
3.1	Excavación manual para tubería en suelo natural	M3	993.00	C\$ 157.00	C\$ 155,901.00
<b>32004</b>	<b>Relleno y Compactación</b>	<b>M3</b>			<b>C\$ 94,930.87</b>
4.1	Relleno y Compactación manual	M3	788.7228	C\$ 101.67	C\$ 80,189.44
4.2	Botar (con camino volquete) tierra sobrante de excavación a 3km (incluye carga con equipo)	M3	131.2215	C\$ 112.34	C\$ 4,741.43
<b>32008</b>	<b>Tubería de 2" de diámetro</b>	<b>m</b>			<b>C\$ 256,407.96</b>
96165	Instalación de Tubería PVC-SDR-26-Ø2	m	1986	C\$ 105.26	C\$ 209,046.36
95313	Válvula de aire y vacío de hierro fundido de 2"	C/U	1	C\$ 15,387.00	C\$ 15,387.00
3.3	Cama de arena de 10 cm de espesor	M3	99.3	C\$ 322.00	C\$ 31,974.60
<b>33500</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				<b>C\$ 313,918.23</b>
<b>01</b>	<b>Movimiento de tierra para tanque de almacenamiento</b>	<b>M3</b>			<b>C\$ 15,415.72</b>
01.1	Excavación manual en terreno natural	M3	27.38	C\$ 113.31	C\$ 3,102.42
01.3	Botar material de excavación	M3	35.59	C\$ 112.34	C\$ 3,998.63
01.4	Acarreo de material selecto con camión volquete	M3	35.59	C\$ 155.39	C\$ 5,530.95
01.5	Relleno y compactación manual	M3	27.38	C\$ 101.67	C\$ 2,783.72
<b>02</b>	<b>Tanque de almacenamiento de mampostería</b>	<b>M3</b>			<b>C\$ 233,535.71</b>
02.1	Construcción de losa de cimentación	M2	25	C\$ 3,331.04	C\$ 83,276.00
02.2	Construcción de paredes de concreto ciclópeo	M3	25.2	C\$ 3,213.99	C\$ 80,992.55
02.3	Construcción de losa superior incluye boca de inspección	M2	10.89	C\$ 2,188.71	C\$ 23,835.05
02.4	Construcción de viga	M3	12.4	C\$ 843.94	C\$ 10,464.86
02.5	Repello de paredes interiores y exteriores y losa superior	M2	76.61	C\$ 134.00	C\$ 10,265.95
02.6	Arenillado de paredes exteriores y losa superior	M2	51.61	C\$ 127.52	C\$ 6,581.26

COD	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	CU	COSTO TOTAL
02.7	Fino pizarra en paredes interiores y losa de cimentación	M2	31.25	C\$140.53	C\$ 4,391.62
02.8	Pintura epoxica sobre paredes de tanques de agua potable	M2	31.25	C\$ 439.31	C\$ 13,728.44
<b>03</b>	<b>Otro tipo de obras</b>	<b>GBL</b>			<b>C\$ 64,966.79</b>
03.1	Respiradero de tubo Ho. Go Ø 2"	C/U	1	C\$ 919.25	C\$ 919.25
03.2	Peldaño de varilla de hierro corrugado grado 40, Ø 3/4", Ancho de peldaño 0.20m, desarrollo 0.80m.	m	12.8	C\$ 119.01	C\$ 1,523.33
03.3	Tubería de hierro galvanizado Ø 2"	m	11.25	C\$ 857.57	C\$ 9,647.66
03.4	Codo de 90° hierro galvanizado Ø 2"	C/U	6	C\$ 360.17	C\$ 2,161.02
03.5	Válvula de limpieza de HF Ø 2" (incl. bloques de reacción)	C/U	1	C\$ 7,300.45	C\$ 7,300.45
03.6	Válvula de compuerta de HF Ø 2" (incl. Bloque de reacción)	C/U	2	C\$ 8,101.66	C\$ 16,203.32
03.7	Caja de registro de concreto de 2500 psi ref. +pared de ladrillo cuarterón de 0.80mx0.80m, h=0.60m	C/U	2	C\$ 1,924.66	C\$ 3,849.32
03.8	Anden perimetral, concreto de 2500 psi sin refuerzo, espesor de 0.075m	M2	18.56	C\$ 400.00	C\$ 7,424.00
03.9	Canal perimetral concreto de 2000 psi	m	28	C\$ 569.23	C\$ 15,938.44
<b>33000</b>	<b>RED DE DISTRIBUCION</b>				<b>C\$ 2,045,533.50</b>
<b>31001</b>	<b>Limpieza inicial</b>	<b>M2</b>			<b>C\$ 92,192.16</b>
1.1	Limpieza manual inicial	M2	4296	C\$ 21.46	C\$ 92,192.16
<b>31002</b>	<b>Trazo y Nivelación</b>	<b>m</b>			<b>C\$ 262,056.00</b>
2.1	Trazo y Nivelación para tuberías de agua potable (incluye estacas de madera + mano de obra topografía.) (Incluye equipo de topografía)	m	4296	C\$ 61.00	C\$ 262,056.00
<b>33001</b>	<b>Excavación</b>	<b>M3</b>			<b>C\$ 674,472.00</b>
3.1	Excavación manual para tubería en suelo natural	M3	4296.00	C\$ 157.00	C\$ 674,472.00
<b>33004</b>	<b>Relleno y Compactación</b>	<b>M3</b>			<b>C\$ 283,968.33</b>
4.1	Relleno y Compactación manual	M3	2479.3993	C\$ 101.67	C\$ 252,080.53
4.3	Botar (con camión volquete) tierra sobrante de excavación	M3	283.850829	C\$ 112.34	C\$ 31,887.80
<b>33010</b>	<b>Tubería de 2" de diámetro</b>				<b>C\$ 452,196.96</b>
96165	Instalación de Tubería PVC-SDR-26-Ø2	m	4296	C\$ 105.26	C\$ 452,196.96
<b>33025</b>	<b>válvulas y accesorios</b>	<b>C/U</b>			<b>C\$ 280,648.05</b>
94008	Válvula reguladora de presión de 2" de hierro fundido	C/U	5	C\$ 32418.21	C\$ 162091.05
96198	Válvula de limpieza de hierro fundido de 2"	C/U	5	C\$ 9,580.50	C\$ 47,902.50

COD	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	CU	COSTO TOTAL
96394	Codo liso de PVC de 2", 45°	C/U	7	C\$ 73.50	C\$ 514.50
94006	TEE lisa de PVC de 2"	C/U	8	C\$ 121.80	C\$ 974.40
5.1	Cama de arena de 10 cm de espesor	M3	214.8	C\$ 322.00	C\$ 69,165.60
<b>36202</b>	<b>Airador</b>				<b>C\$ 1,398.66</b>
6.1	<b>Limpieza inicial</b>				
6.1.1	Limpieza manual inicial	M2	3.8	C\$ 21.46	C\$ 81.55
6.2	<b>Excavación</b>				
6.2.1	Excavación manual	M3	0.85	C\$ 113.31	C\$ 96.31
6.3	<b>Aletones y gradas</b>				
6.3.1	Construcción de aletones de concreto ciclópeo	M3	0.2	C\$ 3213.99	C\$ 642.80
6.3.2	Construcción de gradas de concreto	M3	0.068	C\$ 8500	C\$ 578.00
<b>24000</b>	<b>FUENTE Y OBRA DE TOMA</b>				<b>C\$ 58,601.70</b>
<b>31001</b>	<b>Limpieza inicial</b>	<b>M2</b>			<b>C\$ 107.30</b>
1.1	Limpieza manual inicial	M2	5	C\$ 21.46	C\$ 107.30
<b>34001</b>	<b>Obras de captación</b>	<b>C/U</b>			<b>C\$ 58,494.40</b>
92163	Caja de captación de concreto d 3000 PSI reforzado de 1.5 x 1.5 x 0.7	C/U	1	C\$ 42,575.00	C\$ 42,575.00
95558	Válvula de pase HF de 2"(Extremos blindados)	C/U	1	C\$ 6,338.90	C\$ 6,338.90
96198	Válvula de limpieza de hierro fundido de 2"	C/U	1	C\$ 9,580.50	C\$ 9,580.50
<b>37000</b>	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>				<b>C\$ 62,820.00</b>
<b>37001</b>	<b>Limpieza final</b>	<b>GLB</b>			<b>C\$ 62,820.00</b>
<b>50100</b>	<b>PROYECTO DE LETRINA</b>				<b>C\$ 591,303.54</b>
<b>50100</b>	<b>Enchape de foso (Inc. excavación)</b>	<b>C/U</b>			<b>C\$ 341,203.54</b>
3971	Foso para letrina sencilla revestida enchape de bloque de mortero	C/U	41	C\$ 8322.037534	C\$ 341,203.54
<b>50103</b>	<b>Losa (plancha) y banco</b>	<b>C/U</b>			<b>C\$ 88,150.00</b>
94473	Plancha y banco de fibra de vidrio	C/U	41	C\$ 2150	C\$ 88,150.00
<b>50104</b>	<b>Caseta para letrina</b>	<b>C/U</b>			<b>C\$ 161,950.00</b>
2540	Caseta forro de zinc liso cal.28 (inc. Cubierta)	C/U	41	C\$ 3950	C\$ 161,950.00
<b>TOTAL, AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO</b>					<b>C\$ 3,744,581. 02</b>

Fuente: Elaboración Propia

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

1. Se realizó el análisis del agua de la fuente el cual presento sustancias químicas y biológicas por lo tanto para que el agua sea apta para consumo, pasó por un tratamiento de aireación.

Mediante el aforo se determinó que la fuente cuenta con la capacidad para proveer la demanda de la población proyectada a 20 años, así mismo fue necesario un diseño de captación para retener el agua y tener un flujo más controlado.

2. De acuerdo al análisis socio-económico el proyecto se considera factible, ya que el diagnostico reflejo una gran necesidad del recurso de agua potable, por consiguiente, la población está dispuesta a cubrir problemas de gastos de operación y mantenimiento ya que cuentan con los recursos económicos suficientes.
3. Se realizó el levantamiento topográfico correspondiente de la zona, el cual dio inicio desde el punto de captación con una elevación 885 msnm, así mismo obtener una elevación adecuada para el tanque de almacenamiento la cual fue de 819 msnm, para garantizar buenas condiciones hidráulicas en el sistema y tomando en cuenta las características de la zona se eligió la ruta más adecuada para la red de distribución.
4. Para el sistema de agua potable para la comunidad de San José de Pire que cuenta con una población de 253 habitantes en la actualidad y que atiende una demanda futura de 415 habitantes en la cual la captación supera a la demanda de población, consumiendo un gasto máximo horario de 0.83 lps durante el último año el periodo de diseño.

5. Se realizó el diseño hidráulico en la línea de conducción se obtuvo los datos necesarios para la elección de la tubería (PVC-SDR-26-Ø2), con una presión de seguridad de 100 mca y con un diámetro propuesto por las normas rurales, y la ubicación de una válvula de aire y vacío, se realizó el análisis hidráulico de la red de distribución en el software EPANET, fue necesario ubicar cinco válvulas reguladoras de presión y 5 válvulas de limpieza y diferentes tipos de accesorios para el buen funcionamiento del sistema.
6. La propuesta realizada del saneamiento básico rural es mediante de una letrina de foso seco revestido con un brocal de 50 cm de ladrillo cuarterón el cual viene a mejorar la calidad de vida de 41 viviendas ya que únicamente el 35% de la población cuenta con una letrina en buen estado.
7. La inversión total que se va a necesitar para la elaboración del proyecto incluye costo de materiales, costo de transporte y mano de obra asciende a **C\$ 3,744,581. 02**

## **6.2. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la alcaldía de Condega, la elaboración del “Plan nacional de desarrollo municipal”, que facilitara la obtención de datos para estudios posteriores.
2. Dar el uso y mantenimiento más eficiente para el buen funcionamiento del sistema una vez realizado el proyecto, ya que de ello depende la vida útil de todos los componentes.
3. Establecer un comité de agua potable que este conformado por los habitantes de la comunidad para dar el respectivo seguimiento de manera frecuente mediante reuniones periódicas para mantener la sostenibilidad del sistema.
4. Conservar un fondo de ahorro monetario, con el salario que se ha establecido para mantener reparaciones e imprevistos eventuales del sistema.
5. La comunidad deberá realizar limpiezas periódicas de los elementos del sistema, para evitar la contaminación de la fuente de abastecimiento y el agua que se localizará en el tanque de almacenamiento.
6. No practicar actividades agrícolas cerca de la fuente en donde se utilicen grandes cantidades de sustancias (agroquímicos) altamente tóxicas y realizar una obra perimetral en la captación para mantener la fuente libre de animales y escorrentía para eliminar al máximo sustancias no decaídas como el nitrito.
7. Para evitar conflicto es necesario que la fuente no sea explotada con caudales superiores a los establecidos en el documento ya que podría afectar la disponibilidad de agua con la esta cuenta.
8. Mantener la costumbre de limpieza a las letrinas para evitar los malos olores, y conservar las fuentes de agua aledañas libres de contaminación.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, I. R. (2004). *GUIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CAPTACION DE MANANTIALES*. Lima.
- Alonso, A. D. (2003). *Tutorial para la asignatura costo y presupuesto*. Mexico D.F: FCA.
- CAPRE. (1994). *NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. San jose, Costa Rica.
- Castillo, B. H. (2016). *DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LOS*. Managua: UNI.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *DISEÑO, CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE TANQUES DE REGULACION PARA ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Giron Lucas, G. M., Leon Peña, M. J., & Villavicencio Barrena, J. T. (2011). *STUDIO SOCIOECONÓMICOPARA DETERMINAR LAS OPORTUNIDADES DE EMPRENDIMIENTO PARA LOS POBLADORES EN EL BARRIO CUBA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, EN LOS MESES DE JUNIO A AGOSTODEL 2011*. . Guayaquil.
- INAA. (1999). *GUÍAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES*. Managua.
- INIDE. (2017). *censo economico urbano*. Managua.
- Morales, I. W. (2015). *Texto basico autoformativo de topografia general*. Managua.
- Naciones Unidas. (2010). *Principios y recomendaciones para los censos de poblacion y habitacion*. Nueva York.
- NTON 09-002-99. (1999). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural (NTON 09 002 99)*. Managua,Nicaragua.
- NTON 09-003-99. (1999). *NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO Y ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACION DEL AGUA (NTON 09 003-99)*. Managua,Nicaragua.
- Sánchez, Q. V. (2006). *Manual de Saneamiento Básico*. mexico D.F: Lic. Rosa Bonifaz Pedrer.

## VIII. ANEXOS

### I. Fuente de captación



*Ilustración 3: Fuente de captación*



*Ilustración 4: Caudal de la fuente*



**CONDICIONES DE LA VIVIENDA** (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más respuestas)

La vivienda es: a) Propia\_\_\_\_\_ b) Prestada\_\_\_\_\_ c) Alquilada\_\_\_\_\_

Las paredes son: a) Bloque\_\_\_\_\_ b) Ladrillo\_\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_

El piso es: a) Madera\_\_\_\_\_ b) Tierra\_\_\_\_\_ c) ladrillo\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_

El techo es: a) Zinc\_\_\_\_\_ b) Teja\_\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_\_ d) Palma\_\_\_\_\_ e) Otros\_\_\_\_\_

Cuántas divisiones tiene la vivienda: a) Tres\_\_\_\_\_ b) Dos\_\_\_\_\_ c) No tiene\_\_\_\_\_

Resumen del estado de la vivienda: a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

**II. SITUACION ECONOMICA DE LA FAMILIA**

¿Cuántas personas del hogar trabajan?

Dentro de la comunidad: H\_\_\_\_\_ M\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_

Fuera de la comunidad: H\_\_\_\_\_ M\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_

¿Cuál es el ingreso económico del mes en este hogar? C\$\_\_\_\_\_

¿De cuánto fue el último pago de energía eléctrica realizado en el hogar? \_\_\_\_\_

¿En que trabajan las personas del hogar? a) Ganadería\_\_\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_\_\_

c) Jornalero\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

9. ¿Qué cultivos realizan? a) Arroz\_\_\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_\_\_ c) Maíz\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_

10. ¿Tienen ganado? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Cuánto: a) Vacuno\_\_\_\_\_ b) Equino\_\_\_\_\_ c) Caprino\_\_\_\_\_

11. ¿Tienen animales domésticos? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Cuántos: a) Cerdos\_\_\_\_\_ b) Gallinas\_\_\_\_\_

12. Los animales domésticos están: a) Encerrados\_\_\_\_\_ b) Suelos\_\_\_\_\_

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en:

a) El río\_\_\_\_\_ b) Quebrada\_\_\_\_\_ c) Pozo\_\_\_\_\_

**III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, verificar)**

14. Tienen letrina

Si\_\_\_\_\_ ¿En qué estado se encuentra? a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_ ¿Estaría dispuesto/a en construir su letrina? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

15. ¿Quiénes usan la letrina? a) Adultos\_\_\_\_\_ b) Niños/as\_\_\_\_\_ c) Otros familiares\_\_\_\_\_

16. ¿La letrina está construida en suelo? a) Rocoso\_\_\_\_\_ b) Arenoso\_\_\_\_\_ c) Arcilloso\_\_\_\_\_

17. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa? a) La riegan\_\_\_\_ b) La dejan correr\_\_\_\_ c) Tienen zanja de drenaje\_\_\_\_ d) Tiene filtro para drenaje\_\_\_\_

18. ¿Existen charcas en el patio? a) Si\_\_\_\_ (Pasar #19) b) No\_\_\_\_

19. ¿Cómo eliminan las charcas? a) Drenando\_\_\_\_ b) Aterrando\_\_\_\_ c) Otros\_\_\_\_

#### **IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA**

20. ¿Cuentan con servicio de agua?

a) Si\_\_\_\_ Cuál: \_\_\_\_\_

b) No\_\_\_\_ Como se abastece: \_\_\_\_\_

c) ¿Cuánto pagan de agua al mes? \_\_\_\_\_

21. ¿Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer\_\_\_\_ b) El hombre\_\_\_\_ c) Los niños/as\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_

22. ¿Cuántos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan? \_\_\_\_\_

23. ¿En que almacenan el agua? a) Barriles\_\_\_\_ b) Bidones\_\_\_\_ c) Pilas\_\_\_\_

24. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados\_\_\_\_ b) Destapados\_\_\_\_ c) ¿Cómo? \_\_\_\_\_

25. La calidad del agua que consume en el hogar, la considera:

a) Buena\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_

26. ¿Qué condiciones tiene el agua que consume? (Se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor\_\_\_\_ b) Tiene mal olor\_\_\_\_ c) Tiene mal color\_\_\_\_

#### **V. PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL (PASR)**

27. ¿Conoce el programa de agua y saneamiento rural del FISE?

a) Si\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_ c) Poco\_\_\_\_ ¿Qué sabe? \_\_\_\_\_

28. ¿Le gustaría tener servicio de agua potable en su hogar?

a) Si\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

29. ¿Cuánto estaría dispuesto/a a pagar por este servicio? (Marcar una)

a) C\$ 20 a 35\_\_\_\_ b) C\$ 36 a 50\_\_\_\_ c) C\$ 51 a más\_\_\_\_ d) No estaría dispuesto/a\_\_\_\_ ¿Por qué?  
\_\_\_\_\_

#### **VI. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA**

30. ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si\_\_\_\_ ¿Qué tipo? a) Productiva\_\_\_\_ b) Social\_\_\_\_ c) Religiosa\_\_\_\_ d) Otra\_\_\_\_

No \_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

31. ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres \_\_\_\_ b) Mujeres \_\_\_\_ c) Total \_\_\_\_

32. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?

a) Si \_\_\_\_ b) No \_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

## VII. SITUACION DE SALUD EN LA VIVIENDA

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (Cuántos)

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	-5	6-15	16-25	26	
Diarrea					
Tos					
Resfriado					
Malaria					
Dengue					
Parásitos					
Infección Renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones Dermicas (piel)					
Otras					

33. ¿Están vacunados los niños y niñas? a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

34. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:

Lavado de manos a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Hacer buen uso del agua a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Hacer buen uso de la letrina a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

35. ¿Cuántos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

Fallecidos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

### III. Resultados de pruebas de calidad de calidad de agua



#### INFORME DE RESULTADOS DE SERVICIOS DE LABORATORIOS

**Tema de Tesis:** Diseño de un mini acueducto por gravedad y saneamiento básico rural en la comunidad "San José de Pire" del municipio de Condega, Esteli

**Atención:** Marcos Largaespada Cajina/Luis Dávila Aguirre/Gilver Cáceres Zelaya

**Lugar y Fecha:** Managua 10 de junio de 2020

**Servicios de Laboratorio:** Físicoquímico, Metales Pesados y Microbiológico para aguas de consumo.

La Facultad de Ingeniería Química a través de la Unidad de Servicios, SERFIQ-CETEAL, les presenta los resultados obtenidos de una muestra de Agua, traído por personal de Uds., a las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Ambiental.

#### Detalles de los Resultados.

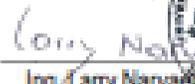
Parámetro	Método	Unidad	M1	NORMA CAPRE Consumo Humano	
				VR	VMA
<b>Resultados Físicoquímicos</b>					
Temperatura	2550-B	°C	25.1	18	30
Conductividad Eléctrica	2510-B	µs/cm	180.1	400	-
pH	4500 H+	-	7.13	6,5-8,5	
Hierro Total	3500-B	mg/l	0.6	-	0.30
Nitratos	4500-C	mg/l	7.21	25	50
Nitritos	Espectrofotometría UV-Visible	mg/l	5.5	0.1	3.0
Amonio	Nessler	mg/l NH <sub>3</sub>	6.7	0.05	0.5
Sulfatos	4500-D	mg/l	7.2	25	250
Calcio	3500-B	mg/l	12.6	100	-
Magnesio	3500-B	mg/l	5.4	30.0	50.0
Dureza Total	2340-C	mg/l	57.6	400	-
Carbonatos	2320-B	mg/l	ND	NR	
Bicarbonatos	2320-B	mg/l	72	NR	
Manganeso	3500-B	mg/l	0.05	0.1	0.5
Cloruros	4500-D	mg/l	11.7	25	250
Sodio	HACH Na	mg/l	16.2	25	200
Cobre	HACH Cu	mg/l	0.06	1.0	2.0
Aluminio	HACH Al	mg/l	0.18	-	0.2
Cianuro	HACH Cn	mg/l	< 0.005	-	0.05

Potasio	HACH K	mg/l	3.2	*	10
Zinc	HACH Zn	mg/l	0.05	*	3.0
Sólidos Disueltos Totales	2510-B	mg/l	88		1000
Arsénico	HACH Ar	mg/l	< 0.001	*	0.01
Mercurio	HACH Hg	mg/l	< 0.001	*	0.001
<b>Resultados Microbiológicos</b>					
Coliformes Totales	Filtración por membrana	UPC/100 ml	13	Negativo	
Coliformes Fecales	Filtración por membrana	UPC/100 ml	Negativo	Negativo	

**Descripción de las muestras y comentarios:** La fueron presentadas en frascos plásticos.

**Métodos Utilizados:** Todos los métodos de análisis consideran los procedimientos del Standard Method for Water and Waste Water Examination (2012). APHA, AWWA Y CEPIS para preparación de muestras y otros específicos según el parámetro a determinar.

Atentamente,

  
  
 Ing. Larry Narvaéz Arauz  
 Coordinador SERFIQ-CETEAL

cc: Archivo

#### IV. Datos levantamiento topográfico

	Posición X	Posición Y	Posición Z		
	Este	Norte	m.s.n.m	Zona	Hemisferio
1	559296.7678	1468516.3506	750.2210	16	N
2	559308.3268	1468528.5895	749.9515	16	N
3	559320.2393	1468541.2028	749.6738	16	N
4	559263.2906	1468424.2248	777.1424	16	N
5	559264.5957	1468465.1274	759.5900	16	N
6	559272.9204	1468481.7767	755.4603	16	N
7	559362.8268	1468604.5895	738.8520	16	N
8	559174.5216	1468676.7401	745.0000	16	N
9	559210.8888	1468701.7562	743.0819	16	N
10	559228.5976	1468710.5799	741.4336	16	N
11	559347.0615	1468577.9516	744.5628	16	N
12	559377.0681	1468628.6524	733.6932	16	N
13	559393.8268	1468676.5895	727.0515	16	N
14	559201.9733	1468238.7134	800.0000	16	N
15	559215.2284	1468261.5890	806.8745	16	N
16	559227.4374	1468282.6595	813.5497	16	N
17	559167.0423	1468175.5326	781.8394	16	N
18	559185.9083	1468210.9882	790.8439	16	N
19	559193.1179	1468223.4306	794.7857	16	N
20	559245.3268	1468318.5895	816.4085	16	N
21	559266.7867	1468413.2803	783.3266	16	N
22	559260.4318	1468433.1738	772.0857	16	N
23	559271.4080	1468398.8136	791.5011	16	N
24	559262.4373	1468351.0052	810.2740	16	N
25	559269.1895	1468361.1336	807.9463	16	N
26	559274.7285	1468388.4191	797.3746	16	N
27	559207.9187	1468672.1625	742.8242	16	N
28	559414.3268	1468730.5895	725.3005	16	N
29	559503.6940	1469303.1571	778.1575	16	N
30	559498.6814	1469257.4867	769.1314	16	N
31	560442.8437	1468951.6718	721.8822	16	N
32	560345.4546	1468967.5775	712.1432	16	N
33	560299.7606	1468974.2350	711.6360	16	N
34	559501.6717	1469284.7321	774.5161	16	N
35	560001.3394	1469048.5043	707.8790	16	N
36	560009.9499	1469075.0243	710.9075	16	N
37	559956.4795	1469060.2623	715.1657	16	N
38	559499.0929	1469194.7016	759.0505	16	N
39	559497.3268	1469126.5895	748.5385	16	N
40	560000.3692	1469012.6714	703.9448	16	N
41	559013.0102	1468608.7901	750.3688	16	N
42	559274.2049	1468682.0429	736.3524	16	N
43	559303.8331	1468685.2962	733.2394	16	N
44	559186.4951	1468667.8961	744.7126	16	N
45	559151.3268	1468682.5895	749.1360	16	N
46	559053.2096	1468622.9403	748.8541	16	N
47	559304.7167	1468754.7807	733.3013	16	N
48	559167.0371	1468818.6735	740.0000	16	N

	Posición X	Posición Y	Posición Z		
	Este	Norte	m.s.n.m	Zona	Hemisferio
49	559119.7587	1468857.3739	740.5131	16	N
50	560396.1415	1468959.6211	715.5888	16	N
51	559399.4158	1468755.7937	727.5619	16	N
52	559363.2711	1468749.5238	730.5010	16	N
53	559231.5515	1468787.1994	736.2312	16	N
54	558505.5268	1467269.8902	845.0934	16	N
55	558505.8268	1467305.5521	839.9780	16	N
56	558505.8268	1467319.8970	839.2829	16	N
57	558499.5084	1467202.9752	858.5114	16	N
58	558505.0587	1467237.5878	851.9448	16	N
59	558505.2975	1467254.0692	848.4490	16	N
60	558505.8268	1467334.2420	838.5878	16	N
61	558541.1956	1467419.9059	830.6867	16	N
62	558623.4406	1467568.1361	824.8992	16	N
63	558581.3809	1467499.4563	826.0727	16	N
64	558505.8268	1467351.3693	837.7579	16	N
65	558518.0483	1467385.6671	834.8001	16	N
66	558529.8268	1467403.0895	832.7070	16	N
67	558470.3867	1466891.0308	878.3503	16	N
68	558467.9416	1466913.8517	874.5369	16	N
69	558465.3810	1466937.7509	870.5434	16	N
70	559776.9859	1468853.8609	712.5000	16	N
71	559741.5277	1468856.2998	711.3800	16	N
72	558472.5827	1466870.5351	881.7750	16	N
73	558467.6772	1466980.5060	865.7987	16	N
74	558484.4436	1467118.1051	864.5621	16	N
75	558486.9394	1467145.1420	864.7460	16	N
76	558494.7865	1467186.4484	861.3289	16	N
77	558472.3996	1466998.9234	865.0576	16	N
78	558476.6279	1467015.4138	864.3939	16	N
79	558482.8268	1467070.0895	863.9320	16	N
80	558601.0982	1467531.6529	825.5226	16	N
81	558985.9361	1468032.5474	785.8338	16	N
82	559008.5731	1468040.3949	782.1743	16	N
83	559026.6039	1468046.6456	779.2594	16	N
84	558891.8268	1467990.0895	797.9335	16	N
85	558946.6990	1468018.9452	792.1768	16	N
86	558966.8021	1468025.9143	788.9270	16	N
87	559047.2884	1468053.8162	775.9156	16	N
88	559126.3626	1468108.7075	771.3395	16	N
89	559150.2262	1468140.9661	775.1536	16	N
90	559159.3929	1468159.8087	778.7981	16	N
91	559081.4357	1468072.3967	772.4092	16	N
92	559098.0503	1468085.8249	772.0136	16	N
93	559113.1523	1468098.0307	771.6541	16	N
94	558632.8273	1467583.4638	824.6374	16	N
95	558719.5813	1467657.1556	818.1079	16	N
96	558675.7617	1467627.6970	821.8753	16	N

	Posición X	Posición Y	Posición Z		
	Este	Norte	m.s.n.m	Zona	Hemisferio
97	558563.0210	1467462.7242	827.2657	16	N
98	558591.3085	1467515.6672	825.7957	16	N
99	558611.6221	1467548.8375	825.2290	16	N
100	558695.2350	1467640.7883	820.2011	16	N
101	558833.8268	1467874.0895	803.5940	16	N
102	558817.3268	1467811.0895	806.1790	16	N
103	558850.3268	1467938.0895	800.5135	16	N
104	558738.4190	1467669.8196	816.4883	16	N
105	558779.2107	1467720.2915	811.6750	16	N
106	558792.2381	1467755.4260	809.0600	16	N
107	559156.0000	1468669.0000	746.0000	16	N
108	559148.0000	1468847.0000	740.0000	16	N
109	559117.0000	1468837.0000	743.0000	16	N
110	559154.0000	1468680.0000	747.0000	16	N
111	559154.0000	146880.0000	747.0000	16	N
112	559167.0000	1468678.0000	746.0000	16	N
113	559135.0000	1468825.0000	742.0000	16	N
114	559309.0000	1468690.0000	734.0000	16	N
115	559349.0000	1468714.0000	730.0000	16	N
116	559348.0000	1468700.0000	729.0000	16	N
117	559181.0000	1468802.0000	738.0000	16	N
118	559317.0000	1468739.0000	734.0000	16	N
119	559323.0000	1468715.0000	733.0000	16	N
120	559477.0000	1468755.0000	725.0000	16	N
121	559270.0000	1468721.0000	738.0000	16	N
122	558978.0000	1468630.0000	753.0000	16	N
123	559603.0000	1468789.0000	722.0000	16	N
124	559581.0000	1468822.0000	725.0000	16	N
125	559523.0000	1468774.0000	726.0000	16	N
126	559032.0000	1468637.0000	753.0000	16	N
127	559166.0000	1468703.0000	748.0000	16	N
128	559154.0000	1468690.0000	748.0000	16	N
129	559167.0000	1468692.0000	747.0000	16	N
130	559149.0000	1468709.0000	749.0000	16	N
131	559163.0000	1468710.0000	748.0000	16	N
132	559151.0000	1468699.0000	749.0000	16	N
133	559365.0000	1468701.0000	728.0000	16	N
134	560463.0000	1468959.0000	713.0000	16	N
135	559463.9053	1468865.6599	732.0700	16	N
136	560024.5699	1468880.8025	718.6760	16	N
137	560248.0000	1468998.0000	706.0000	16	N
138	560452.0000	1468957.0000	714.0000	16	N
139	560495.6700	1468914.6400	720.0000	16	N
140	560058.4276	1468689.5516	743.0040	16	N
141	559336.0374	1468748.7726	732.8140	16	N
142	559245.5943	1468720.3281	739.8530	16	N
143	559190.5227	1468689.7391	744.8170	16	N
144	560049.2520	1468721.1824	738.3620	16	N

	Posición X	Posición Y	Posición Z		
	Este	Norte	m.s.n.m	Zona	Hemisferio
145	559663.1586	1468874.2498	713.4000	16	N
146	559237.0429	1468677.9625	740.2570	16	N
147	559456.0000	1468888.0000	733.0000	16	N
148	559479.0000	1468923.0000	732.0000	16	N
149	559535.0000	1468928.0000	728.0000	16	N
150	559386.0000	1468719.0000	728.0000	16	N
151	559455.5000	1468774.0000	725.0000	16	N
152	559420.0000	1468777.0000	727.0000	16	N
153	559514.0000	1469348.0000	788.0000	16	N
154	559918.0000	1469065.0000	720.0000	16	N
155	559995.0000	1469050.0000	715.0000	16	N
156	560040.0000	1468994.0000	704.0000	16	N
157	559507.0000	1469210.0000	765.0000	16	N
158	559517.0000	1469131.0000	749.0000	16	N
159	559565.0000	1468994.0000	731.0000	16	N
160	559640.2509	1468849.1066	716.0822	16	N
161	559793.4132	1468805.1416	717.5999	16	N
162	559800.4598	1468820.5160	715.2768	16	N
163	559484.6544	1468776.7877	726.2887	16	N
164	559544.8550	1468796.5624	724.8412	16	N
165	559576.7854	1468810.9149	722.2383	16	N
166	559839.6251	1468828.4361	710.3987	16	N
167	560005.9334	1468804.8987	724.2374	16	N
168	560001.6102	1468826.1547	720.5850	16	N
169	560056.7221	1468892.6049	714.0305	16	N
170	559925.8608	1468820.0637	709.0610	16	N
171	559980.1180	1468846.0521	713.9143	16	N
172	560014.7027	1468769.2538	729.2515	16	N
173	559836.0544	1469036.5868	721.2761	16	N
174	559770.4212	1469030.3690	722.7112	16	N
175	559746.7350	1469028.7945	722.5930	16	N
176	559975.9874	1469069.8896	714.0933	16	N
177	559893.2354	1469050.7658	718.3533	16	N
178	559858.6186	1469039.3854	720.1545	16	N
179	559712.0426	1469026.4884	722.4198	16	N
180	559477.0270	1468893.9055	730.4652	16	N
181	559435.3463	1468796.3983	726.3035	16	N
182	559458.0282	1468766.2247	95.5142	16	N
183	559632.4372	1469028.9415	725.3630	16	N
184	559502.8359	1469059.3552	738.7153	16	N
185	559511.7123	1469025.6248	734.3114	16	N
186	560122.8435	1468929.3329	709.7718	16	N
187	560045.0000	1468686.0000	741.0000	16	N
188	559900.0000	1468797.0000	711.0000	16	N
189	559872.0000	1468801.0000	710.0000	16	N
190	560051.0000	1468759.0000	735.0000	16	N
191	560035.0000	1468734.0000	734.0000	16	N
192	560042.0000	1468643.0000	745.0000	16	N

	Posición X	Posición Y	Posición Z		
	Este	Norte	m.s.n.m	Zona	Hemisferio
193	559821.0000	1468793.0000	716.0000	16	N
194	559697.0000	1468865.0000	712.0000	16	N
195	559668.0000	1468839.0000	715.0000	16	N
196	559604.0000	1468810.0000	720.0000	16	N
197	559757.0000	1468864.0000	712.0000	16	N
198	559747.0000	1468884.0000	711.0000	16	N
199	559731.0000	1468873.0000	710.0000	16	N
200	560507.0977	1468927.0603	719.5683	16	N
201	559324.8268	1468711.5895	730.0000	16	N
202	559397.0000	1468761.0000	728.0000	16	N
203	560174.1838	1468964.4430	710.0808	16	N
204	560248.6646	1468981.6794	711.0689	16	N
205	560416.5775	1468956.1426	717.9110	16	N
206	559305.0000	1468778.0000	733.0000	16	N
207	560028.0000	1468856.0000	719.0000	16	N
208	560014.0000	1468850.0000	719.0000	16	N
209	560033.0000	1468811.0000	727.0000	16	N
210	559790.0000	1468833.0000	714.0000	16	N
211	560057.0000	1468871.0000	718.0000	16	N
212	560040.0000	1468862.0000	719.0000	16	N
213	560029.0000	1468741.0000	732.0000	16	N
214	559496.8268	1469240.5895	765.7920	16	N
215	560049.8268	1468653.5895	745.6370	16	N
216	558504.8268	1467221.5895	855.3380	16	N
217	558505.8268	1467290.5895	840.7030	16	N
218	558482.8268	1467100.5895	864.4430	16	N
219	558488.8268	1467165.5895	864.8850	16	N
220	558569.8268	1467480.5895	826.3950	16	N
221	558648.8268	1467609.5895	824.1910	16	N
222	558505.8268	1467367.5895	836.9720	16	N
223	558553.8268	1467438.5895	828.4420	16	N
224	559505.8268	1469322.5895	781.9980	16	N
225	559508.8268	1468924.5895	728.4400	16	N
226	559493.8268	1469093.5895	743.1850	16	N
227	559500.8268	1469159.5895	753.8920	16	N
228	558462.8268	1466961.5895	866.5600	16	N
229	558482.8268	1467039.5895	863.4210	16	N
230	559448.8268	1468828.5895	727.7620	16	N
231	558474.8268	1466849.5895	885.2750	16	N
232	558767.8268	1467689.5895	813.9600	16	N
233	559278.8268	1468375.5895	804.6240	16	N
234	559255.8268	1468447.5895	763.9400	16	N
235	559237.8268	1468300.5895	819.2300	16	N
236	559252.8268	1468336.5895	813.5870	16	N
237	559391.8268	1468653.5895	728.3470	16	N
238	559389.8268	1468699.5895	726.0760	16	N
239	559282.8268	1468501.5895	750.5460	16	N
240	559333.8268	1468555.5895	749.3570	16	N

	Posición X	Posición Y	Posición Z		
	Este	Norte	m.s.n.m	Zona	Hemisferio
141	558833.8268	1467904.5895	802.1660	16	N
142	558866.8268	1467971.5895	798.8610	16	N
143	558800.8268	1467778.5895	807.3360	16	N
144	558833.8268	1467843.5895	805.0220	16	N
145	559139.8268	1468119.5895	771.0190	16	N
146	559175.8268	1468193.5895	785.3320	16	N
147	558916.8268	1468008.5895	797.0060	16	N
148	559066.8268	1468060.5895	772.7570	16	N
149	559432.8268	1468761.5895	724.8450	16	N
150	559515.6121	1468785.8658	727.1510	16	N
151	559333.8268	1468688.5895	730.0880	16	N
152	559395.8268	1468699.5895	725.7560	16	N
153	559807.8268	1468836.5895	712.8480	16	N
154	559785.8268	1468788.5895	720.1010	16	N
155	559605.8268	1468832.5895	719.5450	16	N
156	559690.8268	1468880.5895	710.1770	16	N
157	559147.8268	1468703.5895	750.7680	16	N
158	559252.8268	1468744.5895	736.8100	16	N
159	558969.8268	1468593.5895	751.9960	16	N
160	559094.8268	1468637.5895	747.2860	16	N
161	559132.8268	1468832.5895	740.3130	16	N
162	559103.8268	1468887.5895	740.7570	16	N
163	559269.8268	1468766.5895	733.8660	16	N
164	559191.8268	1468808.5895	738.6860	16	N
165	559885.8268	1468816.5895	706.8400	16	N
166	560009.8268	1469086.5895	712.2330	16	N
167	559932.8268	1469048.5895	716.4660	16	N
168	560523.8268	1468907.5895	716.4300	16	N
169	560010.8268	1468992.5895	701.4600	16	N
170	559572.8268	1469022.5895	728.4060	16	N
171	559523.8268	1468979.5895	728.3010	16	N
172	559803.8268	1469032.5895	722.8780	16	N
173	559692.0477	1469025.1593	722.3200	16	N
174	560007.8268	1468795.5895	725.8370	16	N
175	560033.8268	1468748.5895	732.6660	16	N
176	559949.8268	1468829.5895	710.4730	16	N
177	559995.8268	1468854.5895	715.6990	16	N
178	560372.8268	1468963.5895	712.4470	16	N
179	560466.8268	1468947.5895	725.1140	16	N
180	560082.8268	1468906.5895	709.9740	16	N
181	560221.8268	1468985.5895	710.7710	16	N
182	559154.8268	1468661.5895	747.5040	16	N

## V. Levantamiento topográfico



*Ilustración 5: Levantamiento topográfico*



*Ilustración 6: Levantamiento topográfico*



*Ilustración 7: Levantamiento topográfico*



*Ilustración 8: Levantamiento topográfico*

VI. Aforo de la fuente



*Ilustración 9: Fuente de captación*



*Ilustración 10: Fuente de captación*

